



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ROMATOİD ARTRİT HASTALIĞININ TEŞHİSİ İÇİN BİR BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI

Fatih TARAKCI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilişim Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

TEMMUZ-2017

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ROMATOİD ARTRİT HASTALIĞININ TEŞHİSİ İÇİN BİR BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI

Fatih TARAKCI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilişim Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İlker Ali ÖZKAN

2017, 90 Sayfa

Jüri
Danışmanın Yrd. Doç. Dr. İlker Ali ÖZKAN
Doç. Dr. Şakir TAŞDEMİR
Yrd. Doç. Dr. Abdullah Erdal TÜMER

Romatoid Artrit (RA) hastalığı, birden fazla eklemde aynı anda görülebilen, kronik seyirli, etiyolojisi bilinmeyen, klinik seyri hastadan hastaya değişiklik gösteren, sistemik, otoimmün inflamatuar romatizmal bir hastalıktır. RA hastalığında tanının erken konulması ve hastalığın şiddetinin bilinmesi uygulanacak tedavi için oldukça önem arz etmektedir. Romatoid artrit hastalığının tanısı için hastanın fiziki muayenesine, laboratuvar testlerine ve tıbbi öyküsüne ihtiyaç duyulmaktadır. Hastalığın teşhisinde kullanılacak laboratuvar bulguları romatoid artrite özgü değildir ve bu bulgular klinik belirtilere göre konulan tanıyı desteklemede veya hastalığın gidişatında yapılacak değerlendirmede kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında, alanında uzman bir doktordan yardım alınarak, doktorlara hastalık teşhisinde yardımcı olacak ve doktorların karar vermelerine destek sağlayacak bir bulanık uzman sistem (BUS) tasarlanmıştır. Bu BUS için uzman doktor tarafından belirlenen CRP (C-Reaktif Protein), Sedim, RF (Romatoid Faktör), ANA (Anti Nükleer Antikor) laboratuvar test sonuçları kullanılmıştır. Bu testlerin sonuçları, hastaların tıbbi öyküleri ve uzman doktor görüşü ile MATLAB programı kullanılarak sistem tasarlanmış ve doğruluğu kontrol edilmiştir. Elde edilen BUS sonucu, hasta öyküsü ve Anti-CCP (Anti Siklik Sitrülinlenmiş Peptit Antikoru) değerleri ile birleştirilerek RA hastalığının teşhisi hakkında bir sonucu varılmıştır. Tasarlanan BUS, web tabanlı PHP programlama dilinde kodlanarak doktorların ve hastaların kullanması için web sitesi olarak yayınlanmıştır. Web sitesi aracılığı ile BUS tabanlı yapılan teşhislerin, uzman doktorun koyduğu teşhislerin ve 2010 ACR/EULAR romatoid artrit klasifikasyon kriterlerine göre yapılan teşhislerin birbirleri ile uyumlu olduğu görülmüş ve sistem uzman doktor tarafından onaylanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Uzman Sistem, Hastalık Teşhisi, Romatoid Artrit, Uzman Sistem

ABSTRACT

MS THESIS

DESIGN OF A FUZZY EXPERT SYSTEM FOR DIAGNOSIS OF RHEUMATOID ARTHRITIS

Fatih TARAKCI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE OF INFORMATION TECHNOLOJY ENGINEERING

Advisor: Advisor Asst. Prof. Dr. İlker Ali ÖZKAN

2017, 90 Pages

Jury
Advisor Asst. Prof. Dr. İlker Ali ÖZKAN
Assoc. Prof. Dr. Şakir TAŞDEMİR
Asst. Prof. Dr. Abdullah Erdal TÜMER

The disease of Rheumatoid Arthritis (RA) is a systemic, chronic, and autoimmune inflammatory rheumatic disease which is seen in multiple joints at the same time and has an unknown aetiology, and of which clinical course varies from patient to patient. The early recognition and the knowledge of severity of the RA disease is very important for treatment to be conducted. The physical examination of the patient, laboratory tests, and medical story are needed to diagnose the condition of Rheumatoid Arthritis. The laboratory findings to be used in the diagnosis of the disease are not specific to Rheumatoid Arthritis, and these findings are used to support the diagnosis made according to the clinical indications and in evaluating the course of the disease.

In this thesis, a Fuzzy Expert System (FES) is designed to assist doctors in diagnosing the disease and to help doctors make decisions by getting help from a specialist in his field of study. For this FES, it has been used the laboratory tests of CRP (C-Reactive Protein), Sedim, RF (Rheumatoid Factor), and ANA (Anti-Nuclear Antibody) that were determined the specialist. The system has been designed by the results of these tests, the medical stories of the patients, and the specialist doctor's views using the MATLAB program, and its accuracy has been checked. Uniting the FES result with the patient's story and the values of Anti-CCP (Anti Cyclic Citrullinated Peptide Antibody), it has been concluded in the diagnosis of RA disease. A website has been published for the use of doctors and patients by the designed FES was coded in a web-based PHP programming language. It has been found that the diagnosis made on the basis of the FES via the website, the diagnosis by the specialist doctors, and the diagnosis made according to 2010 ACR / EULAR Rheumatoid Arthritis Classification Criteria are compatible with each other, and the system has been approved by the specialist doctor.

Keywords: Disease Diagnosis, Expert System, Fuzzy Expert System, Rheumatoid Arthritis

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans tez çalışması olarak hazırladığım bu çalışmada beni yönlendiren, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle bana sürekli katkı sağlayan tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. İlker Ali ÖZKAN hocama teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışmasına tıbbi alanda bilgi ve uzman desteği sağlayan Selçuk Üniversitesi Selçuk Tıp Fakültesi Romatoloji Bilim Dalı öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Sema YILMAZ hocama katkılarından ve desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamda hazırladığım programın kodlamasında katkısı olan Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilişim Teknolojileri Mühendisliği A.B.D. yüksek lisans öğrencisi Ersin ELKİN'e teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmamın her aşamasında yanımda olan, fedakârlığını, anlayışını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen çok sevdiğim eşim Arş. Gör. Havva Nur TARAKCI'ya ve dünyalar tatlısı minicik kızım Elif'ime sonsuz teşekkür ederim.

Fatih TARAKCI
KONYA-2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **xi**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Tezin Amacı 2
1.2. Tezin Önemi 3
1.3. Kaynak Araştırması 4

2. ROMATOİD ARTRİT HAKKINDA GENEL BİLGİLER **10**

2.1. Romatoid Artrit'in Tanımı 10
2.2. Romatoid Artrit'in Tarihçesi 11
2.3. Romatoid Artrit'in Epidemolojisi 11
2.4. Romatoid Artrit'in Etiyolojisi 11
2.5. Romatoid Artrit'in Klinik Bulguları 12
2.6. Romatoid Artrit'in Eklem ve Eklem Dışı Bulguları 12
2.7. Romatoid Artrit'in Laboratuvar Bulguları 13
2.7.1. Romatoid faktör (RF) 14
2.7.2. Anti-CCP antikor (Anti siklik sitrülinlenmiş peptit antikoru) 14
2.7.3. Antinükleer antikorlar (ANA) 15
2.7.4. C- reaktif protein (CRP) 17
2.7.5. Eritrosit sedimentasyon hızı (ESR) 17
2.8. Romatoid Artrit'in Tanısı 17
2.9. Romatoid Artrit'in Ayırıcı Tanısı 19
2.10. Romatoid Artrit'in Klinik Seyri ve Prognoz 20
2.11. Romatoid Artrit'in Tedavisi 21

3. UZMAN SİSTEMLER **23**

3.1. Uzman Sistemlerin Genel Yapısı 23
3.2. Uzman Sistemlerin Uygulama Alanları ve Amaçları 26
3.3. Tıbbi Uzman Sistemler ve İlk Örnekleri 27
3.4. Uzman Sistemlerin Faydaları 30
3.5. Uzman Sistemlerin Sınırlılıkları 32

4. BULANIK UZMAN SİSTEMLER **33**

4.1. Bulanık Uzman Sistemlerin Yapısı 33
4.1.1. Bulanıklaştırma birimi 34
4.1.2. Bilgi tabanı 36
4.1.3. Çıkarım mekanizması 38

4.1.4. Durulaştırma birimi 40
4.2. Bulanık Uzman Sistemlerin Avantajları 41
4.3. Bulanık Uzman Sistemlerin Dezavantajları 42

5. MATERYAL VE YÖNTEM 43

5.1. Romatoid Artrit Hastalığının Teşhisi İçin Bir Bulanık Uzman Sistem Tasarımı 43
5.2. Giriş-Çıkış Parametrelerinin Değer Aralıklarının Belirlenmesi 44
5.3. Üyelik Fonksiyonları 45
5.4. Kural Tabanının Oluşturulması 53
5.5. RA Hastalığının Teşhisi İçin Çıkarım Tablosu 56
5.6. Sistem Ara Yüzünün Tanıtılması 59
5.7. Uygulama Örnekleri 65
5.7.1. Uygulama örneği 1 65
5.7.2. Uygulama örneği 2 69
5.7.3. Uygulama örneği 3 76

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 81

6.1 Sonuçlar 81
6.2 Öneriler 83

KAYNAKLAR 84

EKLER 88

EK-1: RA Hastalığı Teşhisinde Kullanılacak Hasta Verisi Toplama Formu 88
EK-2: Turnitin Tez Orjinallik Raporu 89

ÖZGEÇMİŞ 90

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Romatoid artrit hastalığı 10

Şekil 3.1. Bir uzman sistemin yapısı 24
Şekil 3.2. Bir uzman sistem tasarımı ve blok olarak gösterimi 25
Şekil 3.3. Medikal karar verme sisteminin genel olarak gösterimi 25

Şekil 4.1. Bulanık uzman sistemin yapısı 34
Şekil 4.2. Bulanıklaştırma işlemi 34
Şekil 4.3. Üçgen üyelik fonksiyonun gösterimi 35
Şekil 4.4. Eğer – O Halde kavramı 37
Şekil 4.5. Az ve çok üyelik fonksiyonu 37
Şekil 4.6. Giriş değerlerinin bulanıklaştırılması 39
Şekil 4.7. Ağırlık merkezi metodunun gösterimi 41

Şekil 5.1. Bulanık çıkarım sistemi 44
Şekil 5.2. CRP üyelik fonksiyon grafiği 46
Şekil 5.3. Sedim üyelik fonksiyon grafiği 47
Şekil 5.4. RF üyelik fonksiyon grafiği 49
Şekil 5.5. ANA üyelik fonksiyon grafiği 50
Şekil 5.6. RA seviyesi üyelik fonksiyon grafiği 52
Şekil 5.7. Matlab kural tablosu 56
Şekil 5.8. Hastalar tarafından kullanılan web ara yüzü 60
Şekil 5.9. Yetkili kullanıcı ara yüzü 61
Şekil 5.10. Yetkili kullanıcı giriş ekranı 62
Şekil 5.11. Kural ekleme ekranı 62
Şekil 5.12. Kural güncelleme ekranı 62
Şekil 5.13. Hasta sonuçlarını kayıt ekranı 63
Şekil 5.14. Kayıtlı hasta sonuçlarını görüntüleme ekranı 63
Şekil 5.15. Kayıtlı hasta sonuçlarını ayrıntılı görüntüleme ekranı 64
Şekil 5.16. Hasta arama ekranı 64
Şekil 5.17. Tüm kullanıcıları görüntüleme ekranı 65
Şekil 5.18. Yeni kullanıcı ekleme ekranı 65
Şekil 5.19. Uygulama örneği 1 için veri giriş ekranı 66
Şekil 5.20. Uygulama örneği 1 için koşturulan kurallar ve üyelik dereceleri 67
Şekil 5.21. Uygulama örneği 1 için BUS sonuç ekranı 68
Şekil 5.22. Uygulama örneği 1 için Matlab sonuç ekranı 69
Şekil 5.23. Uygulama örneği 2 için veri giriş ekranı 70
Şekil 5.24. Uygulama örneği 2 için koşturulan kurallar ve üyelik dereceleri 71
Şekil 5.25. Uygulama örneği 2 için Matlab sonuç ekranı 73
Şekil 5.26. Uygulama örneği 2 için hastanın öykü ekranı 74
Şekil 5.27. Uygulama örneği 2 için BUS sonuç ekranı 75
Şekil 5.28. Hasta verisi toplama formu 76
Şekil 5.29. Uygulama örneği 3 için veri giriş ekranı 77
Şekil 5.30. Uygulama örneği 3 için koşturulan kurallar ve üyelik dereceleri 78
Şekil 5.31. Uygulama örneği 3 için matlab sonuç ekranı 78
Şekil 5.32. Uygulama örneği 3 için hasta öykü ekranı 79
Şekil 5.33. Uygulama örneği 3 için BUS sonuç ekranı 79
Şekil 5.34. Uygulama örneği 3 için hastalık şiddetinin matlab'da gösterilişi 80

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. Romatoid artritte tutulan eklemler ve tutulum sıklığı 13
Çizelge 2.2. ACR RA tanı kriterleri 18
Çizelge 2.3. 2010 ACR/EULAR romatoid artrit sınıflandırma kriterleri 19
Çizelge 2.4. RA kötü prognoz kriterleri 21

Çizelge 3.1. Uzman sistemler ve uygulama alanları 26
Çizelge 3.2. Tıp alanında kullanılan ilk uzman sistemler 27

Çizelge 4.1. Bazı çıkarım modelleri 39
Çizelge 4.2. Max – Min metodunun grafiksel olarak gösterimi 40

Çizelge 5.1. Giriş parametrelerinin üyelik değer aralıkları 45
Çizelge 5.2. Çıkış parametresinin üyelik değer aralıkları 45
Çizelge 5.3. Kural tablosu 54
Çizelge 5.4. Hastalık çıkarım tablosu 57
Çizelge 5.5. Uygulama örneği 1 için hasta kan sayım sonuçları 66
Çizelge 5.6. Uygulama örneği 1 İçin koşturulan kurallar ve üyelik dereceleri 67
Çizelge 5.7. Uygulama örneği 2 için hasta kan sayım sonuçları 69
Çizelge 5.8. Uygulama örneği 2 için koşturulan kurallar ve üyelik dereceleri 72
Çizelge 5.9. Uygulama örneği 3 için hasta kan sayım sonuçları 77

Çizelge 6.1. BUS sonuçlarıyla uzman doktor sonuçlarının karşılaştırma tablosu 81
Çizelge 6.2. 2010 ACR/EULAR romatoid artrit sınıflandırma kriterlerine göre hasta sonuçları 82

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

μ :	Üyelik derecesi
μ_A :	A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu
% :	Yüzde
[ ] :	Matris
> :	Büyük
$\geq$:	Büyük eşit
< :	Küçük
$\leq$:	Küçük eşit
$\int$:	İntegral
$\sum$:	Toplam

Kısaltmalar

ACR	Amerikan Romatoloji Koleji
ANA	Anti Nükleer Antikor
ANTI-CCP	Anti Siklik Sitrülinlenmiş Peptit Antikoru
ARA	Amerikan Romatizma Birliği
BM	Bulanık Mantık
BUS	Bulanık Uzman Sistem
CRP	C-Reaktif Protein
DMARD	Modifiye Edici Antiromatizmal İlaçlar
ESR	Eritrosit Sedimentasyon Hızı
EULAR	European League Against Rheumatism
FES	Fuzzy Expert System
KKDS	Klinik Karar Destek Sistemleri
MKF	Metakarpofalangial
MTX	Metotreksat
NSAİİ	Non-Steroid Antiinflamatuar İlaçlar
PİF	Proksimal Interfalangial
RA	Romatoid Artrit
RF	Romatoid Faktör
SLZ	Sülfasalazin
TUS	Tıbbi Uzman Sistem
US	Uzman Sistem

1. GİRİŞ

Uzman sistemler günümüzde hemen hemen her bilim dalında (mühendislik, endüstri, kimya, eğitim vb.) kullanıldığı gibi tıp alanında da son derece verimli ve yaygın olarak kullanılmaktadır (Raw ve ark., 2016). Tıp alanında; hastalık çeşitliliklerinin artması, tıbbi verilerin çokluğu, uzun değerlendirme süreleri, hastalık teşhisine insan hatalarının karışması, hastalıkların teşhis ve tedavisinde karşılaşılan zorluklar gibi sebepler uzman sistemlerin kullanımının önemini daha da artırmıştır (Tekin, 1996; Özata ve Aslan, 2004).

Uzman sistemler, bilgiye dayalı sistemler olup, problemleri daha geniş çerçevede ele alıp inceleyen, çözümünde insan zekâsını taklit edebilmeyi amaçlayan yapay zekânın bir uygulama alanıdır (Baykal ve Beyan, 2004). Tıbbi Uzman Sistemler (TUS) ise, bir veya birden çok uzman tavsiyesi ile geliştirilmiş, tıbbi alanlar içerisinde yapısal soruları ve yanıtları sağlamak amacıyla kullanılan Uzman Sistemler (US) olarak tanımlanabilir (İncekara, 2010).

Günümüzde de hastalık teşhisinde kullanılmak üzere çeşitli tıbbi uzman sistemler tasarlanmaktadır. Bu çalışmada da, birçok eklemde aynı anda görülebilen, kronik seyirli, etiyolojisi bilinmeyen, klinik seyri hastadan hastaya değişiklik gösteren iltihabi romatizmal bir hastalık olan romatoid artrit (RA) hastalığının teşhisini yapacak web tabanlı bir uzman sistem tasarlanarak gerçekleştirilmiştir. Bu sistem; CRP (C-Reaktif Protein), Sedim, RF (Romatoid Faktör), Anti Nükleer Antikor (ANA), Anti-CCP (Anti Siklik Sitrülinlenmiş Peptit Antikoru)laboratuvar test sonuçlarını ve hastanın tıbbi öyküsünü kullanarak RA hastalığının teşhisini yapmaktadır.

Tasarlanan bu sistem sayesinde; uzman personele bağımlılığı azaltmak, hastalığın tedavi sürecini hızlandırmak, tedavi sürecinin başarıyla devam etmesini sağlamak, tıbbi alanda eğitim gören uzmanların tıp eğitiminin kalitesini artırmak, bu hastalık için gelecek yıllarda oluşturulacak tıbbi uzman sistemlere temel teşkil etmek hedeflenmiştir. Sisteme internet üzerinden erişecek olan hastalar, istenilen bilgileri girdikleri takdirde hastalık teşhislerini kolayca yapabileceklerdir. Tasarlanan sistemin web tabanlı olması; hastaların bilgilendirilmesi, hasta-doktor arasındaki iletişim bozukluğunun en düşük seviyeye indirgenmesi, uzaktan erişim sebebiyle zamandan, mekândan ve emekten tasarruf sağlama yönünden birçok avantaj sağlayacaktır.

Bu çalışmada, öncelikle romatoid artrit hastalığının tanımlaması yapılmış ve hastalık ayrıntılarıyla ele alınmıştır. Daha sonra uzman sistemler ve bulanık uzman

sistemlere değinilmiş ve son olarak romatoid artrit hastalığının teşhisini yapacak web tabanlı bir uzman sistem tasarımına ve uygulama örneklerine yer verilmiştir.

1.1. Tezin Amacı

Bilişim teknolojilerinin günümüzde hemen hemen her alana girmesiyle beraber, bilgisayar kullanımı diğer bilim dallarında olduğu gibi, tıp alanında da yoğunlukla kullanılmaya başlamış ve hastalıkların teşhis ve tedavisinde önemli bir yere sahip olmuştur. Hastalık çeşitlilikleri, tıbbi verilerin çokluğu ve uzun değerlendirme süreleri, hastalık teşhisine insan hatalarının karışması gibi sebepler tıp alanında teknoloji kullanımının önemini daha da artırmıştır (Özata ve Aslan, 2004; Yılmaz, 2012). Teşhis, tanı, uygun tedavinin planlanması, hastalıkların seyrinin kestirimi, görüntü ve sinyal işleme gibi birçok tıbbi uygulamadaki problemlerin zorluğu araştırmacıları ve bizi yeni algoritmalar, yöntemler kullanmaya sevk etmiştir. Bu amaçla, romatoid artrit hastalığının tanı ve tedavisinde kullanılmak üzere doktorlara hastalık teşhisinde yardımcı olacak bir bulanık uzman sistem tasarlanmasına uzman doktor ile birlikte karar verilmiştir.

Romatoid artrit hastalığı, etiyolojisi bilinmeyen, birçok eklemde aynı anda görülebilen ve birçok eklemi aynı anda tutabilen, kronik seyirli, sistematik iltihabi bir otoimmün hastalıktır (Yılmaz, 2013). RA tedavi edilmediği takdirde hastalığın tuttuğu eklemlerde zaman içerisinde hareket kaybına yol açarak şekil bozukluklarına ve önemli sakatlıklara neden olabilmektedir (Türkçapar, 2015). Romatoid artrit hastalığı vücuttaki diğer organları da etkilediği için saf bir eklem rahatsızlığı olarak değerlendirilemez. Hastalığın klinik seyri hastadan hastaya farklılık göstermektedir. Uzmanlar, bağışıklık sistemi bozulan vücudun kendi dokusunu yabancı gibi algılayıp buna karşı savaş açmasıyla bu hastalığın ortaya çıktığını düşünmelerine rağmen, hala romatoid artritte bağışıklık sisteminin vücudun kendisine karşı neden savaş açtığını tam olarak bilememektedirler. Romatoid artrit hastalığının tanısı koyabilmek için hastanın fiziki muayenesine, laboratuvar testlerine, radyolojik görüntülemesine ve tıbbi öyküsüne ihtiyaç duyulmaktadır (Dağlı ve ark., 2013) Laboratuvar bulguları, klinik belirti ve bulgulara göre konulan tanıyı desteklemede veya hastalığın gidişatında yapılacak değerlendirmede kullanılmaktadır (Hamuryudan, 2003).

Bu tez çalışmasında, romatoloji alanında uzman bir hekimden yardım alınarak romatoid artrit hastalığının teşhisi için bir bulanık uzman sistem tasarlanması amaçlanmıştır. Erken tanının oldukça önemli olduğu hastalıkta, tasarlanan sistemin gerek

hastalığın teşhisinde gerekse teşhis sonrasında tıp uzmanlarına büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Tasarlanan bu sistem sayesinde; uzman personele bağımlılığı azaltmak, tıbbi alanda eğitim gören öğrencilerin eğitimlerine yardımcı olmak, bu hastalık için gelecek yıllarda oluşturulacak karar destek sistemlerine temel teşkil etmek ve hastalığın tanısı sırasında karar vermekte zorlanan hekimlere destek olarak zaman kazandırmak hedeflenmektedir.

1.2. Tezin Önemi

Yapay zekâ yöntemleri tıbbi uygulamalarda insan uzmanlığının maliyetini, harcanan zamanı ve tıbbi hatayı azaltmaktadır. Tıbbi teşhisleri karakterize eden belirsizlik, öznellik ve hassasiyet gibi önemli özelliklerinden dolayı karar destek sistemleri ve uzman sistemler, teşhise yönelik zeki programlar sayesinde tıp alanında geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Bu sistemlerin hekimlerin yerini alacağı düşünülse de bu doğru bir düşünce değildir (Shortliffe, 1987). Bu sistemler birçok alanda hekimlere yardımcı olmak için oluşturulmuştur. Örnek verecek olursak; semptomlar ve hastalıklar arasındaki gizli kalmış ilişkilerin bulunması, çok faktörlü hastalıklarda önemli faktörler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması, güncel bilgilerin hekimlere sunulması ve hekimlerin tecrübe ile elde edecekleri bilgileri önceden keşfetmelerine yardımcı olmak sayılabilir. Bilginin hızla eskimesinden ve artan bilgi miktarından dolayı hekimlerin karar vermesinin oldukça güçleştiği günümüzde, klinik karar destek sistemlerinin (KKDS) hekimlerin işlerini kolaylaştırdığı ve karar vermelerine yardımcı olduğu yadsınamaz bir gerçektir (Keleş ve Keleş, 2007).

KKDS'ler; hekimlere hastalık teşhisinde alacağı klinik kararlarda destek sağlayan bilgisayar yazılımları olarak tanımlanabilir (Koç ve ark., 2012). Bu sistemler yoğun bakım gibi veri kapasitesinin yüksek olduğu alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun yanında, tedavi önerilerini destekleme, klinik laboratuvarlarda yapılan izleme ve eğitimlerde de uzmanlara yardımcı olmaktadır. Bu sistemlerin güvenirliliği ve doğruluğu kanıtlanmıştır ve halen bu sistemleri geliştirme çalışmaları devam etmektedir (Shortliffe, 1987). Bu sistemlerin, karar vermeye destek, hastalık yönetimi, hastalıkların teşhis ve tedavileri yönünden birçok olumlu etkisi tespit edilmiştir (Raymond ve Dold, 2002).

Bu sistemler, faydaları ve sağladığı avantajlar göz önüne alındığında hastalık teşhisinde önemli bir role sahiptirler. Yapılan literatür taramasında, çalışmamıza konu olan romatoid artrit hastalığını teşhis edebilmek için şu ana kadar yapılmış kapsamlı bir

klinik karar destek sistemi olmaması çalışmanın önemini daha da artırmıştır. Ayrıca hastalık teşhisinde sadece laboratuvar bulgularının tanı koymada yeterli olmadığı ve bu sebeple hekimlerin zaman zaman hastalık teşhisinde güçlük yaşadıkları bilinmektedir. Bu nedenle hastalardan alınacak laboratuvar testlerinin yanı sıra hastanın tıbbi öyküsünü de kapsayan klinik teşhis işlemlerini gerçekleştirebilecek ve doktorlara önerilerde bulunacak yapay zekâ yazılımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Tıbbi alanda yapılmış bulanık uzman sistem uygulamalarının büyük oranda başarı gösterdiği ve hekimlere oldukça yardımcı olduğu göz önüne alındığında, yapılan bu tez çalışması, semptomlar ile hastalık arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması, romatoid artrit hastalığının teşhisinde hekimlere yardımcı olması ve hastalık teşhisi sırasında karşılaşılabilecek tıbbi hataları azaltması açısından oldukça önemlidir.

1.3. Kaynak Araştırması

Kaynak araştırması yapıldığında, BUS kullanılarak tasarlanmış hastalık teşhis ve tedavisinde kullanılan birçok sistemin olduğu görülmüştür. Bu çalışmaların birçoğunda hastalığa sebep olan etkenleri tespit etme, hastalığın teşhis ve tedavisini kolaylaştırma, maliyetleri azaltma ve iş gücünü en aza indirme amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışmalardan bazılarına aşağıda kısaca yer verilmiş ve bu tez çalışmasında referans olarak kullanılmıştır.

(Allahverdi, 2002b) kitabında yapay zekâ, uzman sistemler, uzman sistemlerin temel yapıları, uzman sistem tasarım yöntemleri, uzman sistem tasarım örnekleri ve uygulamaları, bilgi mühendisliği, bilginin sunulma yöntemleri ve bulanık mantık hakkında geniş bilgiye yer vermiştir.

(Elmas, 2003b) kitabında bulanık mantık, klasik ve bulanık kümeler, çıkarım mekanizması ve durulaştırma metotları ile ilgili temel bilgilere yer vermiştir.

(Bates ve Young, 2003) yapmış oldukları çalışmada, yoğun bakım ünitelerinde karar verme sürecinde hekimlere yardımcı olacak bir karar destek sistemi tasarlamışlardır. Bulanık uzman sistem kullanılarak tasarlanan bu sistem 2 giriş ve 1 çıkıştan oluşmaktadır. Sistemin giriş parametreleri kan basıncı ve saatteki idrar miktarı çıkış parametresi ise damarlardaki akış oranı (IFR, kan basıncı ve üre dengesi) olarak belirlenmiştir.

(Sarıtas, 2003) tez çalışmasında, medikal alanda kullanılacak Bulanık Uzman Sistem (BUS) geliştirerek, hekimlere karar vermelerinde yardımcı olacak iki tane karar

destek sistemi tasarlamıştır. Bu sistemlerin ilki kronik bağırsak rahatsızlığında kullanılan salazopryne ilaç miktarının dozajını belirleyen bir bulanık uzman sistem, ikincisi ise prostat kanseri riskinin tespiti için tasarlanan bir bulanık uzman sistem uygulamasıdır. Pek çok hastadan gereksiz alınan biyopsilerin önüne geçecek olan bu sistem biyopsi alınıp alınmayacağı yönünde hekimlere rehberlik edecektir. Tasarlanan bu sistemlerde 4641 hastanın verileri kullanılmış ve alınan sonuçlar hekimlerin kararları ile kıyaslandığında %96 oranında başarılı olduğu görülmüştür.

(Saritas ve ark., 2003) yayınlamış oldukları makalede, belirli girişlere bağlı olarak çıkışta prostat kanseri hastalığının teşhisini belirleyen ve tıp öğrencilerinin eğitiminde kullanılabilir ekonomik, hızlı ve sonuçlarının tutarlığı konusunda güvenilir bir bulanık uzman sistem tasarlamışlardır. Oluşturulan uzman sistemin girişlerini prostat seviyesi (PV) ile yaş ve prostata özgü antijen (PSA); çıkışını ise kanser riski (PCR) olarak belirlemişlerdir. Tasarlanan sistem hastalardan gereksiz yere alınan biyopsi örneklerinin önüne geçilmesini hedeflemekte ve girdilere göre hastanın kanser riskini belirlemeyi amaçlamaktadır. Sistemin en önemli özelliğinin risksiz, ekonomik, hızlı ve yüksek güvenirliğe sahip olmasıdır. Sistemin eğitim – öğretim amacıyla kullanılabilmesi de öğrencilere oldukça yararlı olacaktır.

(Koutsojannis ve Hatzilygeroudis, 2004) yayınladıkları makalelerinde, erkek iktidarsızlığı hastalığının teşhisi ve tedavisi için hekimlere yardımcı olacak 70 hasta verisi üzerinde uygulanmış bir bulanık uzman sistem tasarımı yapmışlardır. Tasarlanan sistem oldukça olumlu sonuçlar vermiştir. Sistemin üroloji alanında uzman olmayan bir hekimden oldukça iyi sonuçlar verdiği gözlemlenirken, uzman hekimin sonuçları ile karşılaştırıldığında %79 oranında başarı gösterdiği belirlenmiştir.

(Yücebaş, 2006) tez çalışmasında, hekimlere tiroit hastalığının çeşitlerini tespit etmede yardımcı olacak bir klinik karar destek sistemi tasarlamıştır. Sistem bulanık mantık ve yapay zekâ kullanılarak oluşturulmuştur. Söz konusu sistemin oluşturulabilmesi için elektronik ve elektronik olmayan hasta kayıtlarından yararlanılmıştır. Yücebaş, hekimlerin karar vermelerinde hastanın özel klinik bilgilerini de dikkate alacak şekilde sistemi tasarlamıştır. Bu uygulamayla, sağlık bakım hizmetlerinin kalitesini geliştirme, erken teşhis, hataları önleme, uygun tedavi ve buna bağlı maliyetlerin azaltılması gibi konularda kazanç sağlamayı hedef almıştır.

(Torun, 2007) hazırlamış olduğu tez çalışmasında, hastanın gelecek 10 yıldaki risk durumuna göre kroner kalp hastalığının tanısı ve tedavisinin yapılması için hekimlere karar vermede yardımcı olacak bir bulanık uzman sistem tasarlamıştır. Tasarlanan bu

sistem sayesinde hastanın kalp hastalığı riskinin daha hassas şekilde belirlenmesi amaçlamıştır. Sistem kullanıcıya risk oranını vermekte ve normal yaşam, diyet, ilaç tedavilerinden birini kullanmayı önermektedir. Tasarlanan sistemin sonuçları, literatürdeki verilerle karşılaştırıldığında oldukça olumlu sonuçlar verdiği ve kroner kalp hastalığı teşhisinde alternatif bir çalışma olarak değerlendirilebileceği görülmüştür.

(Babalık ve Güler, 2007) hazırladıkları makalelerinde, boğaz enfeksiyonlarının teşhis ve tedavisinde kullanılabilecek bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri uzman sistem, hekimlerin karar vermesini desteklemede ve hasta bilgilerinin arşivlenmesinde kullanılabilmektedir. Geliştirilen uzman sistem kullanıcı ile karşılıklı soru cevap şeklinde çalışmakta ve cevaplara göre kullanıcıyı yönlendirmektedir. Ayrıca, geçmişe yönelik hasta kayıtları, sorulan soru ve alınan cevaplar saklanarak, farklı zamanlarda hem hastanın takibinde hem de hekim adaylarının eğitiminde kullanılabilecektir.

(Özgönönel ve ark., 2008) Romatoid Artritli (RA) hastalarda hastalık aktivitesi, ağrı düzeyi, yaşam kalitesi, C-reaktif protein(CRP) ve eritrosit sedimentasyon hızı (ESH) düzeyleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma 47 RA hastası üzerinde yapılmıştır. Yaşam kalitesini artırmak için Sağlık Değerlendirme Anketi (HAQ), hastalık aktivitesi için hastalık aktivite skoru (DAS-28) kullanılmıştır. Ağrı düzeyi görsel analog skala (VAS) ile değerlendirilip laboratuvar parametresi olarak CRP ve ESH'ye bakılmıştır. Elde edilen sonuçlar aralarında karşılaştırıldığında HAQ skoru ile ESH ve CRP arasında belirgin derecede anlamlı pozitif korelasyon olduğu görülmüştür. RA hastalarda prognozu izleme ve tedavi seçimlerine karar vermede HAQ ve hastalık aktivite skorlarının birlikte değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

(Sarıtas ve ark., 2009) yayınlamış oldukları makalede, sedimantasyon ve prostata özel antijen gibi kronik bağırsak hastalığı belirtilerinde kullanılan ilaçların dozajının belirlenmesinde kullanılacak bir bulanık uzman sistem tasarlamışlardır. Tasarlanan sistemde, hastalar üzerinde yapılan çalışmaların verileri ışığında uygun ilaç dozajı belirlenmesini amaçlamışlardır. Hastalara, doktor tarafından verilmiş ilaç dozajları ile aynı hastalara sistem tarafından verilmiş ilaç dozları karşılaştırıldığında sistemin oldukça başarılı olduğu görülmüştür. Doktorlara yardımcı olmak için tasarlanan sistemin olumsuz etkileri en aza indirdiği ya da tamamen kaldırdığı gözlemlenmiştir.

(Akcan, 2011) hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde, priodontal diş hastalığının tespit ve tedavisinde diş hekimlerine karar vermelerinde yardımcı olacak bir bulanık uzman sistem tasarlamıştır. Priodontal diş hastalığının tespitinde kullanılacak olan

bulanık uzman sistemde klinik, radyografik bulgular giriş değerler olarak ele alınmış ve çıkış olarak hastalığın derecesi tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışma kapsamında, hastalığın derecesi ve bulanıklaştırılamayan diğer değerler olan hastalıkla ilişkili risk faktörleri, bir uzman diş hekimi tarafından oluşturulan kural tabanı US'ye dâhil edilmiş ve çıkış değeri olarak hastalığın çeşidi ve tedavi yöntemi tespit edilmeye çalışılmıştır. Tasarlanan BUS ile diş hekimlerinin çalışmalarının kolaylaştırılması, en doğru teşhisi koymakta ve uygun tedaviyi belirlemekte diş hekimlerine yardımcı olunması öngörülmüştür. Sistem, diş hekimlerine bağlı olarak oluşabilecek muhtemel zaman kaybını azaltarak hastalığa müdahale hızını artırmayı amaçlamaktadır. Böylece hastanın iyileşme sürecini daha kolay ve daha hızlı hale getirmek olanaklı kılınmaktadır.

(Altan, 2011) hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde, ameliyat sırasında karşılaşılan hayati fonksiyonların değerlerinin takip güçlüğünün ve takip sonrası elde edilen verilerin yorumlanması ve ameliyatın gidişatının belirlenmesi işlemlerinde karşılaşılan zorlukların bir bulanık uzman sistem ile giderilmesi işlemini esas almıştır. Bu sistemde, hastadan alınan verilerin anlık olarak birbirlerine göre durumlarının bulanıklaştırılarak, belirli bir bilgi tabanından sorgulanıp durulaştırılması işleminin gerçekleştirilmesi ve hastanın durumunun görsel ve işitsel olarak bildirilmesi sağlanmaktadır. Sistem ameliyat sürecine etki eden 4 hayati fonksiyonu giriş olarak almaktadır. Bu girişe karşılık çıkışta ise hastanın ameliyat sırasında sağlık durumunu veren tek bir sinyal ile çıkışın bulanık olarak hesaplamasını gerçekleştirmiştir. Oluşturulan bulanık uzman sistem, ameliyat sırasında hastanın tedavisinin sağlanmasında, hastalığın teşhisinde ve hastalığın tedavisinde tıbbi personele kolaylık sağlamıştır.

(Allahverdi ve ark., 2011) yayınlamış oldukları makalede, deri yüzeyindeki kan damarlarında akış az olduğu için deriyi soluk renkli gösteren, hızlı kalp atışı, yorgunluk hissi gibi belirtileri bulunan ve çocuklarda önemli bir sağlık problemi olan anemi üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmalarında, hemoglobin ve hematokrit testinin anemi seviyesini belirlemede sıklıkla kullanıldığını esas alarak, çocuklar için anemi seviyesini belirlemede geliştirilen sistemi tanımlamışlardır. Giriş parametreleri olarak; Hb ve hematokrit; çıkış parametresi olarak da anemi seviyesi kullanılmıştır. Takagi-Sugeno tip bulanık sinir ağı kullanılmıştır ve başarı oranı da %90 ile %95,8 arası olarak tespit edilmiştir. Literatürde yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde FCM algoritmasının %97 başarı sağladığı görülmüştür. Detaylı bir çalışma yapılmasına karşın uygulamanın sadece çocuklar

üzerinde yapılması, spesifik bir çalışma olduğunu ve tüm hastalara genellenemeyeceğini göstermektedir.

(Kınıklı, 2011) yaptığı çalışmasında romatoid artrit hastalığı hakkında literatüre katkı sağlayacak detaylı bir araştırma yapmıştır. Çalışmasında hastalığın klinik bulguları, eklem bulguları, eklem dışı bulguları, laboratuvar bulguları, radyolojik bulgular, ayırıcı tanı, prognoz, tedavi ve romatoid artritte ilaç dışı tedavi yaklaşımlarını ele almıştır.

(Turgay, 2011) yaptığı çalışmada romatolojik hastalıkların tanısında kullanılan laboratuvar testlerini incelemiştir. Bu kapsamda tam kan sayımı, biyokimyasal incelemeler, mikrobiyolojik incelemeler, sinovyal sıvı analizleri, akut faz proteinleri, otoantikorlar, kompleman sistemi, immün kompleksler, kriyoglobulinler, HLA antijenleri, görüntüleme yöntemleri, invazif görüntüleme yöntemleri ve sinovyal biyopsi gibi konuları ele almıştır.

(Yılmaz, 2012) hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde; BUS yapısını kullanarak demir eksikliği anemisinin seviyesini tespit etmek için bir sistem tasarlamıştır. Tasarlanan bu sistem uzman hekimlerin tanı koymalarına yardımcı olmuştur. Sistem tasarımının gerçekleşme sürecinde; 100 hastadan alınan bilgiler incelenmiş, uzman hekimle birlikte girişler bulanıklaştırılarak bulanık kural tabanı oluşturulmuştur. Literatürde sıkça başvurulan mamdani çıkarım mekanizması ve centroid durulaştırma metodu kullanılmıştır. Bir görsel programlama dili olan Delphi 2010 yardımıyla tasarlanan sistemin çalışması sonucunda, anemi seviyesinin somut bir şekilde gösterilmesi sağlanmıştır. Tasarlanan sistemin hekimlere hızlı ve doğru karar vermede büyük kolaylık sağlayacağı görülmüştür.

(Patel ve ark., 2012) hazırladıkları makalede astım hastalığının şiddetini belirleyen bir bulanık uzman sistem tasarlamışlardır. Tasarlanan sistemin 5 giriş (Peak Expiratory Flow Rate (PEFR), Daytime Symptom Frequency (DSF), Nighttime Symptom Frequency (NSF), Peak Expiratory Flow Rate Variability (PEFR Variability), Oxygen Saturation (SaO2) ve bir çıkışı bulunmaktadır. Klinik verilerle sistemin çıkış verileri karşılaştırıldığında oldukça kararlı sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

(Tosin ve Yinka, 2013) yayınladıkları makalede hekimlere çocuklardaki zatürre hastalığının teşhisi için karar vermelerinde yardımcı olacak bir bulanık uzman sistem tasarlamışlardır. Hastalığın teşhisinde kullanılan diğer yöntemlerden çok daha kesin ve hızlı sonuçlara ulaşabilmişlerdir.

(Walia ve ark., 2015) hazırlamış oldukları makalede tüberküloz teşhisi için bulanık uzman sistem kullanarak bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Çalışmada

bakterinin varlığını tespit etmek ve tüberküloz hastalığının belirlemesinde hekimlere destek olmak amaçlanmıştır. 65 hastadan alınan verilerden yararlanılmıştır. Sistem 9 giriş ve 1 çıkış olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan sistemin başarı oranı %77 olarak tespit edilmiştir.

(Norouzi ve ark., 2016) yılında yaptıkları çalışmada, gerçek klinik verilere dayalı olarak kronik böbrek yetmezliğinin (KBY) zaman çizelgesini tahmin etmek için uyarlamalı ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) kullanmışlardır. Çalışmalarında, yeni tanı konan KBY hastalarının 10 yıllık klinik kayıtlarını incelemişlerdir. Böbrek yetmezliğinin işaretleyicisi olarak 15 cc / kg / dak / 1,73 m2 glomerüler floran oranı (GFR) eşik değeri olarak belirlenmiştir. GFR değerlerini tahmin etmek için bir Takagi-Sugeno tipi ANFIS modeli kullanılmıştır. Başlangıçta tahmin modeli için yaş, cinsiyet, ağırlık, alttaki hastalıklar, diyastolik kan basıncı, kreatinin, kalsiyum, fosfor, ürik asit ve GFR değişkenleri seçilmiştir. Tahmini değerlerin gerçek verilerle karşılaştırıldığı çalışmada, ANFIS modelinin tüm ardışık periyotlarda GFR değişimlerini doğru bir şekilde tahmin edebildiği görülmüştür. (Normalleştirilmiş Ortalama Mutlak Hata,% 5'in altında). Sonuç olarak, insan vücudundaki yüksek belirsizliklere ve KBH ilerlemesinin dinamik doğasına rağmen, tasarlanan modelin uzun vadede GFR varyasyonlarını doğru tahmin edebileceğini göstermişlerdir.

(Thakur ve ark., 2016) hazırladıkları makalelerinde, bir hastada Talasemi hastalığının ciddiyetini belirlemek için, Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) ve Mean corpuscular volume (MCV) gibi Red Blood Cell (RBC) indeks bileşenleri ve kan seviyesi (Hemoglobin) değerlerini esas alarak bulanık bir uygulama olan Mamdani Bulanık Çıkarım Sistemini kullanmışlardır. Sistemin doğruluğunu test etmek için 18 rasgele hasta alınmış, 15 sonuç benzer çıkarken, 3 sonucun dikkate alınmadığı görülmüştür. Sistemin doğruluğu % 83.3 olarak hesaplanmıştır.

2. ROMATOİD ARTRİT HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Bu bölümde romatoid artrit'in tanımı, tarihçesi, epidemiyolojisi, etiyolojisi, klinik bulguları, eklem ve eklem dışı bulguları, laboratuvar bulguları, tanısı, ayırıcı tanısı, klinik seyri ve tedavisi konularına detaylı bir şekilde değinilecektir.

2.1. Romatoid Artrit'in Tanımı

Romatoid artrit (RA), etiyolojisi (hastalığın oluşum nedeni) bilinmeyen özellikle eklemlerde olmak üzere diğer vücut organlarında da sertlik, şişlik ve buna benzer fonksiyon kayıplarına neden olan (bkz. Şekil 2.1) bireyin yaşam kalitesini düşüren kronik ve ağrılı bir bağışıklık sistemi hastalığıdır (Yılmaz, 2013).



Şekil 2.1. Romatoid artrit hastalığı

Literatürde romatoid artrit hastalığı ile ilgili birçok tanıma rastlanılmaktadır. Bu tanımlardan bazıları şu şekilde ifade edilebilir:

"Romatoid artrit (RA), etiyolojisi bilinmeyen, sinoviyal dokularda patolojik değişikliklerle başlayan, primer olarak periferal eklem ve dokularda harabiyetle sonuçlanan kronik poliartiküler eklem tutulumu ile karakterize, sistemik inflamatuvar otoimmün bir hastalıktır" (Hekim, 2010).

"RA, özellikle periferik sinoviyal eklemleri simetrik olarak tutan, beraberinde eklem dışı tutulumun da eşlik edebildiği kronik, sistemik bir hastalıktır." İltihaptan kaynaklanan artritler arasında en sık görülenidir. Hastalık eklem yapısında enflamasyonla başlar. Zamanla kıkırdak, kemik ve diğer komşu dokularda yıkıma neden olur. Eklemlerde hareket kabiliyeti kısıtlanır ve sakatlıklar meydana gelir. Sonuç olarak hastaların yaşam kalitesinde azalma görülür (Şen, 2012).

2.2. Romatoid Artrit'in Tarihçesi

RA'nın eski çağlarda da olduğunun bir göstergesi de yaklaşık üç bin yıl önce yaşamış Amerika yerlilerinin bedenlerinde RA ile ilgili değişikliklere rastlanılmasıdır (Kurt, 2010). Bu hastalığın ismini, literatüre 1858 yılında Romatoid Artrit olarak kazandıran isimler Archibald Garrod ve oğlu Alfred'dir. RA denildiğinde tek bir hastalıktan bahsedilmesi, 1907 yılında Alfred Garrod'un oğlu Archibald'in osteoartrit ile RA arasındaki modern ayırımı yapmasıyla olmuştur.

Romatoid Faktörün (RF) bulunması 1940 yılında Waaler ve 1948 yılında Rose ve arkadaşlarının çalışmalarıyla ortaya çıkmıştır. Böylece RA'da otoimmün mekanizmaların rolü olduğu ortaya konmuştur (Varol, 2013). RA ile yapılan ilk sınıflandırma ise 1958' de Amerikan Romatizma Birliği (ARA) tarafından yapılmıştır (Kurt, 2010).

2.3. Romatoid Artrit'in Epidemolojisi

RA dünyada ve ülkemizde sıklıkla rastlanılan inflamatuar romatizmal bir hastalıktır. Dünya genelinde görülme sıklığı % 0.5 – 1 arasındadır. Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, dünya genelinde görülme sıklığı ile ülkemizde görülme sıklığının benzerlik gösterdiği görülmüştür (Harunlar, 2009).

RA tüm yaşlarda ortaya çıkabilmektedir. Ancak hastaların %80'i 35 ile 50 yaşları arasında olduğu için genellikle orta yaş hastalığı olarak bilinmektedir. Hastalığın kadınlarda görülme sıklığı erkek hastalara göre 2 – 4 kat daha fazladır (Karaca, 2011).

2.4. Romatoid Artrit'in Etiyolojisi

RA'nın etiyolojisi henüz tam olarak aydınlatılamasa da yapılan çalışmalar genetik ve çevresel faktörlerin hastalık üzerinde rol oynadığını göstermektedir. Hastalığın etiyolojisinde rol oynadığı düşünülen faktörler; çevresel faktörler, genetik faktörler, enfeksiyonlar, immün sistem bozukluğu, endokrin, travma, cinsiyet ve stres olarak sayılabilir. (Kurt, 2010). Yapılan çalışmalarda, RA'nın bütün belirtilerinin ortaya çıkması için bu faktörlerin katkısının gerekli olduğu ancak tek başına yeterli olmadığı belirlenmiştir (Kalçık, 2008).

2.5. Romatoid Artrit'in Klinik Bulguları

RA'nın başlama şekli ve belirtileri kişiden kişiye farklılık göstermektedir. Hastaların büyük çoğunluğunda birkaç haftaya veya aya yayılmış, hafif ateşle birlikte halsizlik, yorgunluk, kilo kaybı ve eklem ağrıları olduğu görülmüştür. Hastaların eklem ağrısı dışında bir başka yakınmaları da, uyku veya uzun süren istirahatten sonra sabah tutukluğu olarak tanımlanan sertlik hissinin eklemler ve eklem çevrelerinde hissedilmesidir. Hekime hastalığın iltihabi karakterde olduğunu gösteren önemli bir bulgu sabah tutukluğudur. Sabah tutukluğu, hastalığın aktivitesinin şiddetli olduğu hastalarda, bir saatten uzun sürebildiği gibi günün geç saatlerine dek devam edebilmektedir (Hamuryudan, 2003). Hastalar günlük işlerini yaparken aşırı zorlandıklarını ve eklem fonksiyonlarının azaldığını hissetmektedirler. Bir diğer klinik bulgu da başta el ve ayak eklemleri olmak üzere birçok eklemde oluşan simetrik şişliklerdir (Kaya, 2007).

Romatoid Artrit hastalığı eklemlerin yanında birçok organı da tutabilmektedir. Hastalığın tuttuğu bu organlara örnek olarak kaslar, hematolojik sistem, karaciğer, akciğer, kalp, göz, böbrekler ve damarlar da dahil olmak üzere birçok organ gösterilebilir (Kaya, 2007).

2.6. Romatoid Artrit'in Eklem ve Eklem Dışı Bulguları

Romatoid Artrit hastalığının en sık rastlanılan belirtileri eklem bulgularıdır. Sabah tutukluğu, eklemlerde hareket kabiliyetinin kısıtlılığı, eklemlerde ağrı ve şişlik RA'nın eklem bulguları arasında gösterilebilir. Metakarpofalangial (MKF), proksimal interfalangial (PİF) ve el bilekleri en çok tutulan eklemler arasında %70-90 oranında ilk üç sıradadır. %60'ların üzerinde bir oranla bunları dizler, dirsekler ve omuzlar takip eder. Daha az tutulan eklemler ise servikal bölgede özellikle C1 ve C2, kalça, ayak bilekleri ve omuzdur. Başlangıçta hastanın yanlış başvurusuna sebep olabilecek bir diğer tutulma da nispeten diğer tutulmalara göre az görülse de temporamandibuler eklem tutulmasıdır. Kalça eklemleri de seyrek olarak tutulabilir (Kaya, 2007; Şenel, 2009). RA'nın eklem tutulumları Çizelge 2.1'de gösterilmiştir (Harunlar, 2009).

Çizelge 2.1. Romatoid artritte tutulan eklemler ve tutulum sıklığı

Tutulan Eklem	**Görülme Sıklığı (%)**
MKF, PİF	91
El bilekleri	78
Dizler	64
Omuzlar	65
Ayak bilekleri	50
Ayaklar	43
Dirsekler	38
Kalçalar	17
Temporomandibular eklemler	8
Servikal omurga	4
Sternoklaviküler eklem	2
Para artiküler bölgeler	27

Romatoid Artrit' in eklem dışı bulguları ise; cilt tutulumu, solunum sistemi tutulumu, kardiyovasküler sistem tutulumu, sinir sistemi tutulumu, gastrointestinal sistem tutulumu, renal sistem tutulumu, hematopoetik sistem tutulumu, karaciğer tutulumu, göz tutulumu, romatoid vaskülit, felty sendromu ve deri altı nodülleri olarak gösterilebilir (Harunlar, 2009).

2.7. Romatoid Artrit'in Laboratuvar Bulguları

Romatoid Artrit' in laboratuvar bulguları RA'ya özgü olmadığı için tek başına hastalık teşhisinde yeterli değildir ve klinik belirti ve bulgulara göre konulan tanıyı desteklemede kullanılır (Hamuryudan, 2003). RA tanısında laboratuvar bulguları tıbbi hikâye ve fiziki muayenenin yerini alamaz, ancak klinik değerlendirmeyi tamamlamada yardımcı olur. Laboratuvar testleri, tanı koyma dışında RA hastalık şiddetinin aktivitesinin izlenmesinde ve tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde önem arz etmektedir (Hekim, 2010).

Bu çalışmada, romatoid artrit hastalığının teşhisi için uzman doktor tarafından belirlenen, Romatoid Faktör (RF), CRP (C-reaktif protein), Sedim (eristrosit sedimantasyon hızı – ESR), Antinükleer Antikorlar (ANA) ve Anti-CCP (anti siklik sitrülinlenmiş peptit antikoru) laboratuvar testleri kullanılacaktır. Bu testler ile ilgili tanımlamalara sırasıyla değinilmiştir.

2.7.1. Romatoid faktör (RF)

IgG'nin Fc parçasına karşı oluşmuş çoğunlukla IgM yapısında olan ve romatoid faktör olarak adlandırılan otoantikor, romatoid artritli hastaların %85'inde bulunur. RF, Romatoid artrit'in tanı kriterlerinde Amerikan Romatoloji Koleji'ne (ACR) göre tek laboratuvar tetkiki olarak ele alınmaktadır (Hekim, 2010). Ancak RF tek başına hastalığa özgü olarak değerlendirilememektedir. Bunun yanında; RF, diğer romatolojik hastalıklar (sistemik lupus eritemadozus, sistemik skleroz), kronik bakteriyel enfeksiyonlar (subakut bakteriyel endokardit, tüberküloz, sifiliz), viral enfeksiyonlar (sitomegalovirüs, rubella), kronik karaciğer hastalıkları, sarkoidoz, aşılama sonrası ve ilerleyen yaş ile artan bir sıklıkta olmak üzere normal kişilerde de tespit edilebilir (Hamuryudan, 2003). RF pozitifliğinin ilerlemiş RA hastalarının %70-80'inde olduğu görülmüştür. Romatoid faktörün normal değeri <20 u/ml'dir. (Thomas ve ark., 2006).

Epidemiyolojik çalışmalar, RF'nin yüksek oranda pozitif olduğu hastalarda, hastalığın seyrinin daha ağır olduğunu ve eklem dışı belirtilerin görülme sıklığının da arttığını göstermiştir. Ayrıca, tedavi sırasında RF pozitif olan hastada testi tekrarlama ve titre düzeyini takip etme pek bir anlam ifade etmezken; hastalığın başlangıcında RF negatif bulunan hastada ise hastalık takibi sırasında, zaman içinde RF pozitif olabileceği ihtimali düşünülerek testi tekrarlamak uygundur (Hamuryudan, 2003).

2.7.2. Anti-CCP antikor (Anti siklik sitrülinlenmiş peptit antikoru)

Anti-CCP, flagrin ve onun sirküler formu gibi sitrulinize proteinlere karşı oluşmuş antikorlara verilen isimdir. RA tanısı için yapılan araştırmalarda Anti-CCP otoantikorlarının özgüllüğü (gerçekte sağlıklı olan bireyler içinde tarama testinin sağlıklı bireyleri bulabilme özelliği) %88-96, duyarlılığı (gerçekte sağlık problemine sahip olan bireyler içinde tarama testinin sağlık problemlileri bulabilme özelliği) ise %48-68 olarak tespit edilmiştir. Anti-CCP, RF ile birlikte kullanıldığında, RA tanısı için spesifiklik (bir testin, hastalığa veya rahatsızlığa sahip olmayan insanları doğru bir şekilde gösterme yeteneğidir) %98'e çıkmaktadır. Hastalığın ilk evrelerinde, hastaların %79'unda serum düzeylerinin yükseldiği tespit edilmiştir (Winfield ve ark., 1983).

Anti-CCP düzeyi <5 ru/ml altında ise sonuç negatif, Anti-CCP düzeyi >5 ru/ml üzerinde ise sonuç pozitif olarak değerlendirilebilir. Eklem hasarı, Anti-CCP antikorları pozitif olan hastalarda negatif olan hastalara göre daha fazladır. Anti-CCP, hastalığın

gidişatını tahmin etmede önemli bir antikordur. Klinik belirti ve bulgular yoksa tek başına tanı koymada yetersizdir. Anti-CCP ve RF test sonuçlarının pozitif olması, hastanın romatoid artrit hastası olma olasılığının yüksek ve hastalık aktivitesinin şiddetli olduğunu gösterir. RF negatif ve Anti-CCP test sonucu pozitif olan hastalarda klinik belirtiler romatoid artriti düşündürüyorsa erken evre romatoid artrit hastalığı geçirme ve ilerde romatoid artrit gelişme ihtimali mevcuttur. Ancak Anti-CCP testi negatif, RF testi pozitif olan hastalarda romatoid artrit veya başka bir iltihaplı hastalık olup olmadığını belirlemede klinik belirti ve bulgulardan yararlanılır. Romatoid Faktör, Anti-CCP ve testi sonuçları negatif olan hastaların romatoid artrit olma ihtimalleri daha düşüktür (www.nedir.com, 2017).

2.7.3. Antinükleer antikorlar (ANA)

Antikorlar, B-lenfositlerinden farklılaşan plazma hücreleri tarafından üretilen ve enfeksiyonlardan korunmamızı sağlayan proteinlerdir. Vücudun, yabancı moleküllerle (antijenlerle) karşılaştığında, savunma mekanizması olarak ürettiği bu proteinler; yabancı molekülün, diğer savunma hücreleri tarafından tanınarak yok edilmesini kolaylaştırır. Bazı durumlarda, vücudun immün sistemi denilen bağışıklık sistemi, kendi vücut hücrelerine karşı antikorlar üretip onları yok etmeye çalışır. Bu normal bir durumdur, ancak, bağışıklık sisteminin kendi bazı vücut hücrelerini veya proteinlerini tanımayıp, ona karşı immün yanıt vermesi, anormal bir tepkidir ve bu duruma otoimmünite denir. Bağışıklık sisteminin kendi bazı vücut hücrelerine ve proteinlerine karşı ürettiği antikorlara otoantikor; hastalık bulguları varsa bu hastalığa da otoimmün hastalık adı verilir.

Antinükleer antikorlar (ANA); insanların hücre çekirdeği yapısında yer alan çeşitli yapılara (ör: DNA, histon, sentromer gibi) karşı oluşan antikorlara verilen isimdir. Antinükleer antikorlar, lupus, ilaca bağlı lupus, skleroderma, Sjögren sendromu, polimiyozit, dermatomiyozit, miks bağ dokusu hastalığı, otoimmün hepatit gibi otoimmün hastalıklara sahip hastaların kanlarında bulunur. Ayrıca, prokainamid, fenitoin, hidralazin, TNF-α blokerleri ve interferonlar gibi ilaçları kullanan hastalarda rastlanabilir.

ANA testi, sistemik veya organa özgü otoimmün hastalıkların tanısında kullanılan bir testtir ve ilgili antikorların üretilip üretilmediğini kontrol etmek için yapılır. ANA testi

yapabilmek için birkaç metot vardır. Bunların başlıcaları; indirekt immünfloresans mikroskobisi veya ELİSA denilen enzimatik immünabsorban analiz gibi yöntemlerdir. Bu yöntemlerden en fazla kullanılanı, immünfloresans antikor testidir. Boyanma şekline göre, periferik, homojen, granüler, diffüz, nükleolar ve benekli (speckled) olarak adlandırılır ve boyanma şekli ile hastalık arasında bağlantı kurulur. Örneğin; Sjögren sendromunda benekli boyanma gözlenirken, lupusta periferik boyanma vardır. İlaca bağlı lupusta ise diffüz boyanma görülür. Pozitiflik oranı, dilüsyonel olarak ölçülür; buna göre 1:40, 1:80, 1:160, 1:320, 1:640 veya 1:100, 1:1000, 1:10 000, 1:100 000 gibi dilüsyonlarda pozitifliklerine bakılır. Düşük titrelerdeki pozitiflikler, pek anlamlı olmayabilir.

Yapılan analiz sonuçları pozitif çıktığında titre şeklinde rapor edilir. ANA titresinin 1/40 ve daha az olması normal olarak kabul edilir. ANA titresi arttıkça, normal kişilerde görülme sıklığı azalmaktadır. Anamnez ve fizik muayene neticesinde otoimmün romatolojik hastalık düşünülen olgularda ANA tarama testi yapılır.

ANA testi negatif ise, hasta yeniden değerlendirilir ve bulgular muhtemel otoimmün romatolojik hastalık yönünde ise ileri otoantikor testleri yapılır. ANA test neticesi pozitif ise, antikoru tanımlamaya yönelik testlere bakılır. ANA test neticesi pozitif iken, tipik bulguların olmadığı durumlarda, antikor titresi yanlış pozitiflik veya kullanılan yöntem açısından değerlendirilmeli ve örnek referans, laboratuvara tekrar çalışması için gönderilmelidir. ANA test sonucu gerçek pozitif iken, tipik bulguların olmadığı durumda ise, test 3-6 ay sonra tekrar edilir. Otoimmün hastalığı olmayan sağlıklı bireylerin büyük bölümünde ANA test neticesi negatiftir. Ancak sağlıklı bireylerin %5'inde ANA pozitif olabilir ve ileri yaşlarda bu oran %15'e kadar ulaşabilir. Otoimmün romatolojik hastalıklarda ANA testi çoğunlukla pozitiftir, ancak ANA pozitifliği tanısal değildir ve test klinik bulgularla birlikte değerlendirilmelidir.

Kısaca, hastalık belirtileri olmadan ANA pozitifliğinin tek başına anlamı yoktur; eğer yüksek titrede pozitiflik varsa, kişi bilgilendirilerek takibe alınır. Romatoloji doktoru tarafından yapılan ayrıntılı anamnez, fizik muayene ve ileri testleriyle, hastanın otoimmün hastalığının olup olmadığı belirlenebilir (Yılmaz, 2014; Türkçapar, 2016).

2.7.4. C- reaktif protein (CRP)

RA'da hastalığın şiddeti ile yakından ilişkili olan iki temel laboratuvar testi, eritrosit sedimantasyon hızı (ESR) ve C-reaktif protein (CRP) düzeyidir. Bu iki parametre hastalığın şiddetini belirleme de oldukça belirleyicidir (Irak, 2010). CRP testi, kandaki CRP (c-reaktif protein) seviyesini ölçer. CRP vücutta iltihap olup olmadığını gösteren bir proteindir ancak iltihaplanmanın nerede olduğuna dair bir fikir vermez (Bozkaya, 2017). En sık kullanılan akut faz proteinidir. Pentraksinler olarak tanımlanan protein ailesindendir. Tüm insanların plazmasında eser miktarda bulunur. C-reaktif protein adını almasının nedeni pnömokokların "kapsül" antijenine bağlı olduğu içindir. Sağlıklı bir insanın serumunda 0.5 mg/dl kadar bulunur. Serum düzeyi yangısal olayın ortaya çıkışından yalnızca 6 saat sonra yükselmeye başlar. İnflamasyon sonlanınca yarı ömrü kısa olduğu için hızla normale döner (Cutolo ve Lahita, 2005).

2.7.5. Eritrosit sedimentasyon hızı (ESR)

ESR, akut faz proteinlerindeki artışı ve inflamasyonun şiddetini dolaylı olarak gösteren bir testtir. Kaba bir formülle hesaplanması şu şekildedir: Erkeklerde yaşın yarısı, kadınlarda ise yaşa on eklenerek bulunan değerin yarısı kadar olan ESR değerleri normal olarak kabul edilebilir (Riedemann ve ark., 2005). ESR ile CRP'nin yükselişi ve normale dönmesi kıyaslandığı zaman ESR CRP'ye göre daha geç yükselir ve daha geç düzelir. ESR, RA aktivitesinde değişime oldukça duyarlı olsa da yaş, cinsiyet, gebelik, tokluk ve eritrosit sayısı gibi çeşitli faktörlerden etkilenir (Cutolo ve Lahita, 2005).

2.8. Romatoid Artrit'in Tanısı

Hastalığın etiyolojisinin tam olarak bilinmemesi tanı koymayı zorlaştırsa da erken tanının önemi büyüktür. Hastalık sürecinde öncelikle eklem fonksiyon kayıpları ve hasarları meydana gelir. RA'lı hastaların %70'inde ilk üç yılda kemik erozyonunun geliştiği radyolojik sonuçlarda görülmüştür. (Hekim, 2010).

Erken tanının ve tedavinin oldukça önemli olduğu hastalıkta tek başına kesin tanı konulmasını sağlayacak klinik, radyolojik ya da serolojik bir test yoktur. Ancak hekimin tanı koyması, klinik bulguların yanında laboratuvar bulguları, tıbbi hikâye ve radyolojik bulguların olmasıyla sağlanabilir. Tanı koymanın oldukça zor olması nedeniyle tanı

koymayı kolaylaştırma ve belli bir standarda bağlamak için Amerikan Romatoloji Koleji (ACR) 1987 yılında RA sınıflandırması için belirli kriterler belirlemiştir. Çizelge 2.2'de ACR RA tanı kriterleri gösterilmiştir (Frank ve ark., 1988).

Çizelge 2.2. ACR RA tanı kriterleri

1.	Sabah tutukluğu	Eklem ve çevresinde en az 1 saat süren sabah tutukluğu
2.	3 veya daha fazla eklemde artrit	En az üç eklemde hekim tarafından kanıtlanan yumuşak doku şişliği veya sinoviyal sıvı artışı ile beraber olan artrit
3.	El eklemlerinde artrit	El bileği, metakarpofalangial (MKF) ve proksimal interfalangial (PİF) eklemlerinin en az birinde artrit
4.	Simetrik artrit	Her iki vücut yarısında aynı bölgedeki eklem gruplarının simetrik tutulumu
5.	Romatoid nodüller	Kemik çıkıntıları üzerinde, ekstansör yüzeylerde veya eklemlerin çevresinde hekim tarafından gözlenen subkutan nodüller
6.	Romatoid faktör	Herhangi bir metot ile anormal miktarda RF pozitifliği
7.	Radyolojik değişiklikler	Ön-arka el ve bilek radyografilerinde erozyonlar ve / veya periartiküler osteopeni

Çizelge 2.2'ye göre bir hastanın RA olması için 7 kriterin en az 4 tanesinin olması ve ilk 4 kriterin en az 6 haftadır devam etmesi gerekmektedir. Bu kriterlerin hastalığın erken tanısında yetersiz kalması nedeniyle 2010 yılında ACR ve European League Against Rheumatism (EULAR) tarafından yeni RA sınıflandırma kriterleri belirlenmiş ve çizelge 2.3'te gösterilmiştir. Bu kriterler, en az bir ekleminde klinik olarak bir uzman tarafından aktif sinovit saptanan ve bu sinoviti açıklayacak başka bir hastalığı olmayanlara uygulanmalıdır (Aletaha ve ark., 2010).

Çizelge 2.3. 2010 ACR/EULAR romatoid artrit sınıflandırma kriterleri

		Skor
A	Eklem tutulumu	
	1 büyük eklem	0
	2-10 büyük eklem	1
	1-3 küçük eklem	2
	4-10 küçük eklem	3
	>10 eklem (en az 1 küçük eklem)	5
B	Seroloji (klasifikasyon için en az bir test sonucu gereklidir)	
	Negatif RF ve negatif Anti-CCP	0
	Düşük pozitif RF veya düşük pozitif Anti-CCP	2
	Yüksek pozitif RF veya yüksek pozitif Anti-CCP	3
C	Akut faz reaktanları (klasifikasyon için en az bir test sonucu gereklidir)	
	Normal CRP ve normal ESH	0
	Anormal CRP veya Anormal ESH	1
D	Semptom süresi	
	<6 hafta	0
	>6 hafta	

Skora dayalı bu algoritmada bir hastanın RA tanısı alabilmesi için A-D kategorilerindeki toplam skorun 6'dan büyük olması gerekmektedir.

2.9. Romatoid Artrit'in Ayırıcı Tanısı

RA'yı özellikle ilk evrelerinde, az sayıda eklemde tutulma, RF negatifliği, asimetrik tutulum, sadece konstitüsyonel yakınmalar olması, intermittan artralji yakınmaları gibi RA için tipik olmayan bulguların varlığından dolayı diğer hastalıklardan ayırmak zor olabilir ve RA diğer romatizmal hastalıklarla karıştırılabilir. Bu sebeplerden dolayı hastalığın erken dönemlerinde RA tanısı koymak güçleşir. RA'nın tanısı sırasında karışabilen diğer hastalıklardan bazıları aşağıdaki gibi sayılabilir (Harunlar, 2009) (Karaca, 2011).

- Ayrımı yapılmamış seronegatif poliartrit
- Psöriyatik artrit
- Fibromiyalji ve hipermobilite sendromu
- Enfeksiyöz artritler
- Kristal artritler (Gut, psödogut)
- Eroziv inflamatuvar osteoartrit
- Reiter sendromu
- Enteropatik artritler

- Sistemik lupus eritematoz
- Polimiyozit / dermatomiyozit
- Skleroderma
- Sarkoid artriti
- Viral nedenlere bağlı poliartritler (Rubella enfeksiyonu, parvovirüs B19 enfeksiyonu, hepatit B enfeksiyonu)
- Polimiyalji romatika (Hekim, 2010)

2.10. Romatoid Artrit'in Klinik Seyri ve Prognoz

Romatoid artrit hastalığının kronikliği, gösterdiği değişken seyri ve hastalığın ilk evrelerinde tanı koymanın zorluğu hastalığın klinik seyri konusundaki bilgilerimizi kısıtlamaktadır. Eklem tutulumları genel olarak hastalığın ilk yılında %90 oranında tamamlanmaktadır. Bu nedenle uzun zamandır romatoid artriti olan hastanın tutulmamış eklemlerinin daha sonra tutulmayacağı düşünülebilir. Yapılan çalışmalarda, spontan remisyon oranının en fazla %25 olduğu görülmüştür (Hamuryudan, 2003). Hasta remisyona girecek ise bu olay ilk yılda gerçekleşmektedir. Geri kalan hastaların büyük çoğunluğunda ise ilerleyici bir seyir tespit edilmektedir. Bu tür hastaların bazılarında zaman zaman klinik aktivitede gerileme görülmekle birlikte, tedavi altında bile tam remisyonun kısa süreli olduğu ve hastaların yarısının 10 yıl içinde çalışamaz duruma geldiği görülmüştür (Hamuryudan, 2003). RA hastalığı kesinleşmiş hastaların yaşam beklentileri, kontrol popülasyonuna göre daha azdır. Bir araştırmada 208 hasta 25 yıl boyunca izlenmiş ve ortalama ömrün erkeklerde 7, kadınlarda 3 yıl kısaldığı görülmüştür. RA hastalarında artmış mortaliteye katkı yapan diğer faktörler ise; enfeksiyon, böbrek hastalığı ve solunum yetmezliği olarak sayılabilir (Yalçın, 2006). Ayrıca çizelge 2.4'te gösterilen belirti ve bulgular hastalığın kötü prognozunun bir göstergesidir (Karaca, 2011)

Çizelge 2.4. RA kötü prognoz kriterleri

	RA kötü prognoz kriterleri
1	Hassas ve şiş eklem sayısının fazla olması
2	RF ve Anti-CCP pozitifliği
3	Romatoid nodüllerin varlığı
4	Ayak eklemlerinin tutulması
5	Diz, dirsek, omuz gibi büyük eklemlerin tutulması
6	Eklem erozyonlarının olması
7	Ekstraartiküler tutulum varlığı
8	Tanı konulduğunda kötü fonksiyonel durum
9	Ortak epitop varlığı
10	ESH ve CRP yüksekliği
11	Geç yaşta başlangıç
12	Kadın cinsiyet

2.11. Romatoid Artrit'in Tedavisi

RA'nın erken tanısı ve tedavisinin önemli olmasının yanında multidisipliner bir yaklaşıma da ihtiyaç vardır. RA hastalığının tam olarak kontrol altına alınamaması, hastalarda fiziksel kısıtlılığın yanında psikolojik ve sosyal sorunlara yol açabilir. Tedavide iki temel amaç vardır:

Bu amaçlardan birincisi; inflamasyonu, yakınma ve bulguları baskılamak, ağrı ve eklem tutukluğunu azaltmak, klinik remisyonu sağlamak, fonksiyonel durumu iyileştirmek, sakatlığı önlemek, yorgunluğu ve depresyonu azaltmak, enerji düzeyini arttırmak, bağımsızlığı sağlamak, yardım gereksinimini azaltmaktır.

İkincisi; hastalığın progresyonunu durdurmak, radyolojik hasar gelişimini engellemek, hastanın işine katılımını ve üretimini arttırmak ve yaşam kalitesini üst seviyelerde tutmaktır (Karaca, 2011)

RA tedavisinde ilk adım, güven verici bir şekilde hasta ve hasta yakınlarına hastalık hakkında bilgi verilmesidir. Hasta ve doktor arasındaki iletişim, hastalığın seyri için önemli bir rol oynar. İlk iki yılın tedavi açısından öneminin büyük olduğu ve tedavi ile zaman içinde hastanın kaderinin değişebileceği sabırla anlatılmalıdır. İlk iki yıllık süreçte hastalık iyi izlenmezse, olgularda geriye dönülmez değişikliklerin gerçekleşme riski yükselmektedir (Kaya, 2007).

Tedaviye başlamadan önce hasta değerlendirilmeli ve prognostik faktörler incelenmelidir. Tedavi kişiye özel olarak planlanmalı ve sıklıkla hastalık

aktivitesi kontrol edilmelidir. Tedavi sürecinde hasta, hastalığı hakkında bilgilendirilmeli ve eğitilmelidir (Karaca, 2011).

İnflamasyonun olduğu eklemler istirahate alınmalı ve semptomları baskılamak için non-steroid antiinflamatuar ilaçlar (NSAİİ) ve kortikosteroidler başlanmalıdır. Hastalık modifiye edici antiromatizmal ilaçlara(DMARD) vakit geçirmeden başlanmalıdır. Tedavide ilk seçenek olan DMARD'lar metotreksat (MTX), sülfasalazin (SLZ) ve antimalaryal ilaçlardır. Bu ilaçlar tek kullanılabileceği gibi kombine olarak da kullanılabilmektedir. Kombine tedaviler tedavi etkinliği bakımından son yıllarda daha üstün görünmektedir (Simon, 2004).

3. UZMAN SİSTEMLER

Uzman sistemleri, belirli bir problem kümesi için uzman gibi davranarak problemlere çözüm üreten bilgisayar programları olarak tanımlayabiliriz. Uzman sistemler, veri işleme aşamasından bilgi işleme aşamasına geçiş olarak ifade edilebilir. (Allahverdi, 2002b).

Uzman sistemler, bilgiye dayalı sistemler olup, problemleri daha geniş çerçevede ele alıp inceleyen, çözümünde insan zekâsını taklit edebilmeyi amaçlayan yapay zekânın bir uygulama alanıdır. Uzman sistemlerde algoritma ve çıkarım mekanizmaları etkileşimde bulunarak işlemektedir. Uzman sistem için daha özel bir tanım yapmak gerekirse, bir uzman yardımıyla elde edilen bilgilere dayanarak oluşturulan, karmaşık problemlerin çözümünde olayları ve deneyimleri kullanan, bilgisayar destekli karar verme aracı olarak tanımlanabilir (Baykal ve Beyan, 2004).

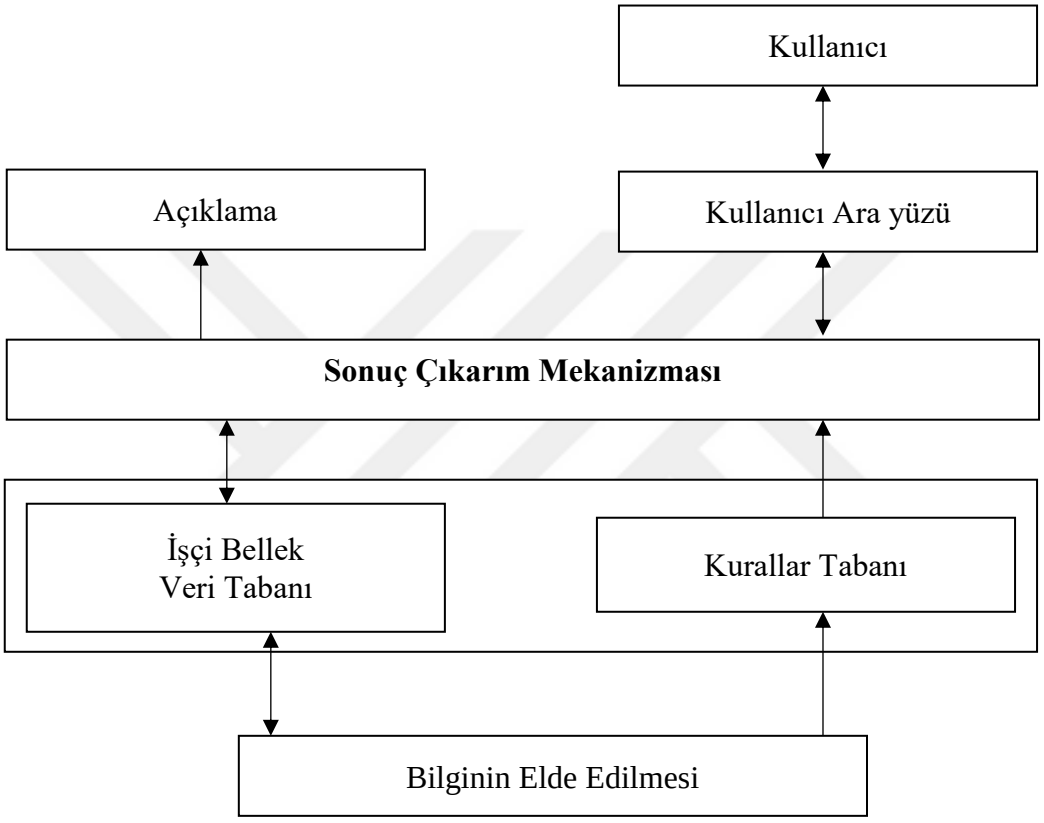
Uzman sistemler, alanında uzman bir insanın çözebileceği kadar zor ve karmaşık problemlerin çözümüne imkân tanımayan ve uzman gibi çözüm üreten zeki bilgisayar programlarıdır. Bu sistemler bilgisayar temelli sistemler olup kullandıkları sembolik işlemlerle yönetim bilimlerine yeni bir boyut kazandırmıştır. Tasarımı iyi yapılmış bir uzman sistem problem çözme aşamalarında uzman insanlar gibi hareket ederek onları taklit edebilir. Sistemin, uzman sistem olarak adlandırılmasının nedeni, bir veya daha fazla uzmanın bilgisini kullanarak uzmanların yerini almaya çalışmasındandır. Buradaki amaç bir uzman gibi veya bir uzmandan daha iyi bir sistem tasarlayabilmektir. Böyle bir sistem kişiyi uzman yapmayacaktır ancak bir uzmanın yapacağı işin bir kısmını veya tamamını yapmasını sağlayacaktır. Dolayısıyla sistemin bu yanı organizasyonlar ve yönetim üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Allahverdi ve ark., 1995).

3.1. Uzman Sistemlerin Genel Yapısı

Şekil 3.1'de bir uzman sistemin genel yapısı gösterilmektedir. Uzman sistemler temel olarak iki temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; bilgi tabanı (veri tabanı, kural tabanı) ve sonuç çıkarım mekanizmasıdır. Bilgi tabanı; problemleri çözmek için ve anlamak için gerekli bilgi kullanımının sağlandığı yerdir. Sonuç çıkarım mekanizması ise; elimizdeki bilgilerden yeni bilgiler çıkarmak için kullanılan yöntem olarak adlandırılabilir (Allahverdi, 2002b). Bu temel bileşenlerin yanında; kullanıcıların bilgisayarlar iletişimini sağlayacak kullanıcı ara yüzü, bir sonuç üretmek için gerçekleri

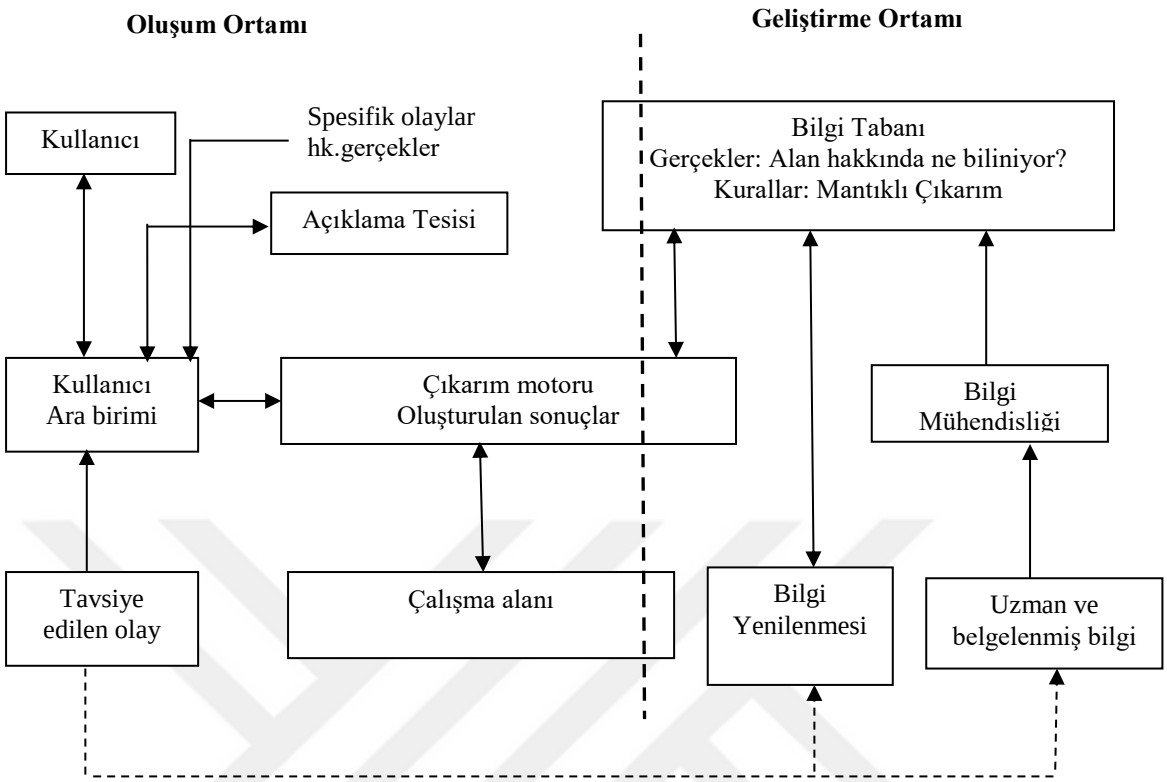
kullanan açıklama tesisi, bilgiyi tutmak ve yüklemek için kullanılan bilgi elde etme tesisi de bulunmaktadır.

Uzman sistemler, algoritması olmayan ve her zaman bilgi tabanlı işlem yapan sistemlerdir. Bilgi tabanından bilgi çağrılarak işlem yapılır, sonuç elde edilir ve bilgi dâhilinde açıklaması yapılır. Sistem ihtiyaç duyduğu bilgiye ulaşıp kullanabilir ve doğru tasarlanırsa kendini geliştirerek öğrenme yeteneği kazanabilir (Allahverdi, 2002a).



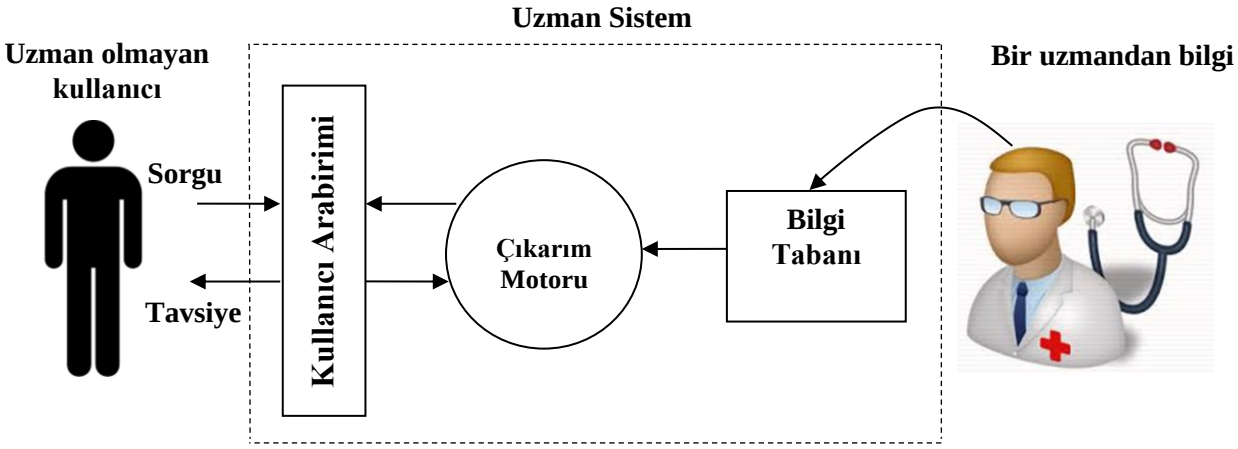
Şekil 3.1. Bir uzman sistemin yapısı

Şekil 3.2'de ise bir uzman sistemin çalışmasını gösteren blok diyagram verilmiştir.



Şekil 3.2. Bir uzman sistem tasarımı ve blok olarak gösterimi

Şekil 3.3'te medikal karar verme sistemine ait bir örnek verilmiştir. Bu sistemde, bir doktordan elde edilen bilgi ve tecrübe bilgi tabanına aktarılır. Bilgi tabanındaki bilgiler değerlendirilerek bir hastalık hakkında çıkarım fonksiyonu elde edilir. Kullanıcı arabiriminden elde edilen bilgiler çıkarım motoruna aktarılarak gelen sorguya yönelik bir karar elde edilir (Deperlioğlu ve Polat, 2014).



Şekil 3.3. Medikal karar verme sisteminin genel olarak gösterimi

3.2. Uzman Sistemlerin Uygulama Alanları ve Amaçları

Uzman sistemlerin uygulama alanları ve amaçlarının gösterildiği bazı örnekler aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir (elektrik.gen.tr; Allahverdi, 2002b).

Çizelge 3.1. Uzman sistemler ve uygulama alanları

ALAN	UZMAN SİSTEMİN ADI	AMAÇ
ELEKTRONİK	ACE	Telefon hatlarındaki arızaların teşhisi
ELEKTRONİK	IN-ATE	Osiloskop hatalarının teşhisi
ELEKTRONİK	NDS	Ulusal iletişim ağının teşhisi
ELEKTRONİK	PALLADIO	Yeni VLSI devrelerinin tasarım ve testi
ELEKTRONİK	CADHELP	Bilgisayar destekli tasarım ve testi
ELEKTRONİK	SOPHIE	Devre arıza teşhisi yardımı
TIP	PUFF	Akciğer hastalıklarının teşhisi
TIP	AI/COAG	Kan hastalıklarının teşhisi
TIP	VM	Yoğun bakım hastalıkları incelenmesi
TIP	CADUCEUS	Dâhili hastalıkların incelenmesi
TIP	MYCİN	Bakteriyel enfeksiyonların teşhis ve tedavisi
TIP	ONCOCIN	Kemotrapi hastalıklarının tedavi ve idaresi
TIP	ATTENDING	Anestezi işlem talimatı
TIP	GUIDON	Bakteriyel enfeksiyonlar için talimat
BİLİŞİM	BDS	Ağlarda bozuk kısımların teşhisi
BİLİŞİM	YES/MVS	IBM MVS işletim sistemi için kontrol/izleme
BİYOLOJİ	CYRSALIS	Proteinlerin 3 boyutlu yapılarını inceleme
BİYOLOJİ	DENDRAL	Moleküler yapı yorumlama
BİYOLOJİ	MOLGEN	Gen kopyalama (klonlama) deneylerinin tasarımı
BİYOLOJİ	SECS	Kompleks organik moleküllerin tasarımı
TERMODİNAMİK	REACTOR	Reaktör kazalarının teşhis ve çözümü
TERMODİNAMİK	STEAMER	Buhar santralinin çalışma talimatı
TERMODİNAMİK	DELTA	GE lokomotiflerinin teşhis ve çözümü
MADENCİLİK	LITHO	Petrol kuyularının verilerinin yorumu
MADENCİLİK	PROSPECTOR	Mineral arama çalışmaları için jeolojik verilerin yorumlanması
MADENCİLİK	MUD	Sondaj problemlerinin teşhis ve çözümü

3.3. Tıbbi Uzman Sistemler ve İlk Örnekleri

Tıbbi Uzman Sistemler (TUS), bir veya daha fazla tıbbi uzman tavsiyesi doğrultusunda geliştirilmiş, doğru sonuçlar üretmeyi amaçlayan, tıbbi alanlarda oluşan problemlerin çözümünde hekimlere destek sağlayan uzman sistemlerdir. TUS'un amacı hekimin yerini almak değil, hekime tavsiye ve önerilerde bulunarak karar vermesine yardımcı olmaktır. Tıp alanında yapılmış birçok uzman sistem bulunmakla birlikte geliştirilen ilk TUS olarak Internist / Caduceus gösterilebilir. Bu uzman sistem 1970'li yıllarda dâhiliye alanında kullanılmak üzere geliştirilmiş ve problem çözümünde sezgisel yöntemlerin kullanıldığı bir uygulama olarak literatüre girmiştir (İncekara, 2010).

Bir başka tıbbi uzman sistem ise yine 1970'li yıllarda tasarlanan ve kan enfeksiyonlarının teşhisinde kullanılan Mycin'dir. Mycin, ileriki yıllarda ticari amaçla tasarlanmış birçok uzman sisteme öncülük etmiştir. Ayrıca bu sistem temel alınarak sonraki yıllarda hastalık teşhisi amacıyla Emycin, Puff ve doktorların eğitiminde kullanmaya yönelik Neomaycin gibi sistemler geliştirilmiştir (Babalık ve Güler, 2007).

Bu örneklerden başka, Poems (operasyon sonrası acil bakım tıbbi uzman sistemi), Dxplain (tanı belirleme), Perfex (koroner kalp damar hastalıkları teşhisi), Dr.Cad (internet tabanlı tanı destek), Oirs (medikal risk yönetimi) gibi pek çok TUS bulunmaktadır (Özata ve Aslan, 2004).

Aşağıda verilen çizelge 3.2'de tıp alanında kullanılan ilk uzman sistemlere ait bazı örnekler gösterilmiştir (Allahverdi, 2002b; İncekara, 2010).

Çizelge 3.2. Tıp alanında kullanılan ilk uzman sistemler

ADI	HAZIRLANAN YER	UYGULAMA ALANI
MYSIN	Stanford Üniv.	Enfeksiyon Hastalıkları
PUFF	Stanford Üniv.	Akciğer Hastalıkları
CASNET	Rutgers Üniv.	Glokoma
INTERNIST	Pittsburg Üniv.	İç Hastalıkları
VM		Yoğun Bakımda Kontrol
ONCOCIN	Stanford Üniv.	Onkoloji
PIP	MIT	Böbrek Hastalıkları
DigitalsTherapy Advisor	MIT	Diyaliz
EXPERT	Rutgers Üniv.	Elektrofalez Tahlil Sonuç
HODGKINS	MIT	Hodgkin Hastalığı
HEARMED		Psikofarmakoloji Danışma

IRIS	Rutgers Üniv.	Glokoma
GUIDON	Stanford Üniv.	Enfeksiyon Has. Öğrenme
MDX	Ohio Üniv.	Teşhis
MECS-AL	Tokyo Üniv.	Danışma
KMS	Meryland Üniv.	Teşhis
ALVEN	Toronto Üniv.	Sol Beyin Performans Öğr.
RECONSIDER	California Üniv.	Teşhis
RX	Stanford Üniv.	Nedensel İlişkilerin Tayini
TEIRESIAS	Stanford Üniv.	Teşhis
UMDES	Sovyetler Birliği	Ülser Hastalığı Teşhisi
ANASTEZİ	Sovyetler Birliği	Stomatolojide Anestezi
MODIS-2	Sovyetler Birliği	Tansiyon Hastalıları
LEDI-2	Sovyetler Birliği	Yoğun Bakımda Hastanın Durumunun Belirlenmesi
JOSEPH		Öğrencilere EKG öğretme
ONCO-HELP		Ur Tedavisi
PHARM-2		İlaç Tedaviye Destek
QUAWDS		Yürüme Organları Felcinin Teşhisi
XDIS		İç Hastalıkları Teşhisi
SETH	Fransa,Zehirlenme Kontrol Merkezi	İlaç Zehirlenmesi Tedavisinde Danışma

Yukarıdaki tabloda örnek gösterilen tıbbi uzman sistemlerin uygulama alanları ve niteliklerine aşağıda daha detaylı yer verilmiştir.

Mysin (1970): Enfeksiyon hastalıklarının teşhisi ve tedavisi sırasında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Operasyon sonucu hastaya bulaşan enfeksiyonel hastalığın teşhisini yaparak doktorlara tedavi sürecinde yardımcı olması amaçlanmıştır.

Casnet: Glokom (göz tansiyonu) hastalığının teşhisinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Hastalığa dinamik bir yapıda yaklaşan sistem hayatın her safhasında hastalığın çıkma ihtimalini göz önünde bulundurur. Tasarlanan bu sistem diğer göz hastalıklarında da kullanılmıştır.

Internist (1970): İç hastalıklarının teşhisinde kullanılmak üzere tasarlanan sistem, hastanın klinik bilgileri, laboratuvar test sonuçları ve hastalığın geçmişi ile bilgilerden muhtemel hastalıkların teşhisini yapar. Sistem daha sonra geliştirilerek INTERNIST II olarak adlandırılmış ve 599'dan fazla dâhili hastalığın bilgisi bu sisteme girilmiştir. Sistem tıbbi alternatif vizyonları, klinik araştırma uzmanlığı ve stratejilerini kolaylaştırmak için kullanılmıştır.

Pip: Sistem böbrek hastalıklarına teşhis koymak için tasarlanmıştır. Temel tıbbi bilgiler, klinik veriler, hastalıkların türü ve fiziksel durumlar gibi 36 ana başlık sistemin yapısını oluşturmuştur.

Expert (1980): Tıp danışma modellerinin etkisini kontrol etmek ve araştırmak için yapılmıştır. Romatoloji, endokronoloji ve oftalmoloji alanlarındaki deneysel modeller sistem tasarımında baz alınmıştır.

Ledi-2: Yoğun bakım hastalarının durumlarını belirlemek, hastalığın seyrini takip etme, hastanın durumundaki değişiklikleri izleme gibi yönlerden, sistemin uzmanlara danışmanlık yapması hedeflenmiştir. Sistem tedavi alanları içinde (kalp damar sistemi, böbrek, karaciğer) çeşitli alanlara ayrılmış ve bu alanlarda kendi içlerinde ayrılarak bütün bir sistem oluşturulmuştur.

Umdes: Ülser hastalığının teşhis ve tedavisi için tasarlanan sistem 98 hasta üzerinde denenmiştir. Yapılan çalışmalar sistemin yeteneklerinin üst düzeyde olduğunu göstermiştir.

Anestezi: Expert uzman sistem yardımı ile 1980 yılında anestezi yöntemini belirleyip hekime yardım etmesi amacıyla C dilinde yazılarak geliştirilmiştir.

Modis-2: Tansiyon hastalığının teşhisini yapmak ve tedavi sürecini planlamak amacıyla geliştirilmiştir. Hastaya sorduğu 30 soru ile hastalığın teşhisini yaparak tedavi yöntemini belirmeye çalışmıştır.

Joseph (1986): Tıp fakültesi öğrencilerine EKG okumayı öğretmek için geliştirilmiştir. Turbo Pascal ve DOS ortamında hazırlanmıştır.

“Joseph (1997): 1986 yılında yapılmış uygulama 1997 yılında windows ortamına taşınarak popüler tıbbi uzman sistemler arasında yerini almıştır.

Onco-help: Tümörlerin (kişisel urların) teşhis ve tedavisinde kullanılmak için tasarlanmıştır. Hastanın tümör tipi verileri, histolojisi, tümör tipi, tümörün yeri ve sayısı ile tanı koyup tedavi sürecindeki gelişmeleri ve yan etkileri de izleyebilmektedir.

Pharm-2: Bir grup uzman eczacının bilgisi ile veri tabanı oluşturulmuş ve ilaç tedavisi yapılacak hastaların ilaç seçiminde, uzmanlara yardımcı bir sistem olarak tasarlanmıştır.

Quawds: Yürüme analizi yaparak felç teşhisi yapmak için tasarlanmıştır. C++ programlama dilinde yazılmıştır.

Xdis: 300 tane iç hastalık ve patolojik belirtileri hakkında bilgi içeren, hekimlere tanı koyma sürecinde yardımcı olacak bir sistem olarak tasarlanmıştır.

Seth: Uyuşturucu ve uyuşturucu ilaçlar ile olan zehirlenmelerde tedavi ve bakım için danışma hizmeti verecek bir sistem olarak tasarlanmıştır. Sistemi veri tabanında ön teşhis için fazlaca gerekli bilgi ve zehirli madde bulunmaktadır. Oluşturulan sisteme, Fransa'da 1992 yılında uyuşturucu ilaç zehirlenmelerine sebep olan 1153 madde 78 kategoriye ayrılarak kaydedilmiştir. 1992 yılından 1994'e yılına gelindiğinde sistemdeki zehirlenme olayı sayısı 2099'a ulaşmıştır.

3.4. Uzman Sistemlerin Faydaları

Uzman sistemlerin sağladığı başlıca faydalara aşağıda değinilmiştir (elektrik.gen.tr; Akcan, 2011; Direk, 2011).

- Maliyetleri azaltması: Uzman sistemler ile insanlar karşılaştırıldığında, insanların yaptıkları incelemeler daha pahalıya mal olmaktadır. Böylece kişi başına düşen uzmanlık maliyeti azalmaktadır.
- Hazır Bilgi: Tasarlanan uzman sisteme uzman bilgisi yüklendiği takdirde bilgi almak için uzman kişiyi beklemeye gerek kalmayacak ve zamandan tasarruf edilmiş olacaktır.
- Verimlilik artışı: Uzman sistemler insanlardan çok daha hızlı çalışırlar bu sayede daha az insana ihtiyaç duyulur ve maliyetler düşer.
- Kalıcı Bilgi: Uzman insanlar zamanla emekli olabilir veya hayata veda edebilirken uzman sistemler kalıcıdır.
- Açıklama: Uzman sistemler ulaştıkları sonuçların nedenlerini ayrıntılı bir şekilde açıklarken, insanlar bunu her zaman yapamayabilir.
- Kalite iyileştirmesi: Uzman sistemler kaliteyi iyileştirmek için tutarlı ve uygun öneriler sunar ve hata oranını düşürmeyi amaçlarlar.
- İşleyiş hatalarını azaltma: Birçok uzman sistem hatalı işlemlerinin tespitinde ve onarımında tavsiyelerde bulunmak için kullanılır. Uzman sistemlerin kullanılmasıyla birlikte, işleyiş hatalarının ve bozulma sürelerinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür.
- Esneklik: Uzman sistem kullanımının üretim ve servis aşamalarında esneklik sağlaması, sistemin avantajları arasında gösterilebilir.

- Daha ucuz cihaz kullanımı: İzleme ve kontrol aşamalarında insanlar pahalı cihazlara bağlı kalabilirken, uzman sistemler, aynı görevleri daha ekonomik cihazlarla yaparak tasarruf sağlar.
- Tehlikeli çevrelerde işlem: İnsanlar için tehlikeli ve zararlı olan ortamlarda insan sağlığını riske atmamak için uzman sistemlerden yararlanılabilir.
- Güvenilirlik: Uzman sistemler objektif ve güvenilirdir. Uzman sistem, bilgileri ve potansiyel çözümleri dikkatlice ele alarak, tüm detayları yorulmadan ve sıkılmadan objektif bir şekilde gözden geçirir.
- Cevap verme süresi: Uzman sistemler hızlı ve gerçek zamanlı cevap vermek veya verilerin büyük kısmında tarama yapmak gerektiğinde donanım ve yazılıma da bağlı olmak kaydıyla bir uzmandan çok daha hızlı cevap verebilir.
- Tam ve kesin olmayan bilgi ile çalışma: Uzman sistemler normal bilgisayarlarla karşılaştırıldığında, tam ve kesin olmayan bilgilerden yola çıkarak bir insan gibi kesin olmasa dahi bir sonuç üretebilmektedirler.
- Eğitim: Açıklayabilme özelliği olan uzman sistemler, bir öğretim cihazı gibi kullanılarak eğitim sağlayabilir.
- Problem çözme kabiliyeti: Uzman sistemler, uzmanların yargılarını bütüncül bir yaklaşımla ele aldıkları için bu sistemlerin problem çözme kabiliyetleri yüksektir. Bilgileri sembolik olarak işleyen bu sistemlerin karar alma stilleri ile birçok yöneticinin karar alma stili birbirleriyle uyumludur.
- Sınırlı bir sahada karışık problemlerin çözümü: Uzman sistemler karmaşık problemlerin çözümünde insan yeteneklerini aşabilirler.
- Duygusallıktan uzak cevaplar: İnsanlar stres, kırgınlık ve duygusallıktan dolayı sorunlara zaman zaman çözüm üretemezken veya sübjektif kararlar verebilirken, uzman sistemler, sorunlara duygusallıktan uzak gerçekçi ve gerçek zamanlı cevaplar verebilirler.
- Akıllı veri tabanı: Uzman Sistemler, bir veri tabanı dosyasına akıllıca erişebilir.

3.5. Uzman Sistemlerin Sınırlılıkları

Uzman sistemlerin yukarıda sayılan birçok faydası ve avantajının yanı sıra aşağıda gösterilen sınırlılıkları da vardır (elektrik.gen.tr; Allahverdi, 2002b; Üstkan, 2007).

- Bilginin her zaman okunabilecek ve anlaşılacak uygunlukta olmaması
- Bazı konularda uzmanlara ulaşılabilirliğin zor olması, uzmanın bilgi vermeye çeşitli nedenlerden dolayı sıcak bakmaması veya uzmanların bilgi aktarmaya vakit bulamaması
- Sistemin oluşturulması aşamasında bilgi mühendisine ihtiyaç vardır. Bilgi mühendisinin az bulunması ve pahalı olmasından dolayı yüksek maliyet
- Uzman sistemlerin çalışma sahalarının dar olması
- Uzman sistemlerin maliyetleri ve tasarım sürelerinin uzun olması
- Uzmanların kullandıkları mesleki kelimelere yükledikleri anlamlarla, kelimelerin bilinen genel anlamlarının farklı olmasından kaynaklı yanlış anlaşılmalar
- Yöneticilerin tutucu olması, yeniliklere açık tutum sergilememeleri, bu sistemlere şüphe ile yaklaşmaları ve fazladan para harcamak istememeleri
- Uzmanların konulara bakış açılarının farklı olması
- Alanında tecrübeli bir uzmanın bile çeşitli baskılardan (yönetici, zaman) dolayı durumsal değerlendirme yapmasının zorluğu gibi sebepler uzman sistemlerin sınırlılığı olarak gösterilebilir

4. BULANIK UZMAN SİSTEMLER

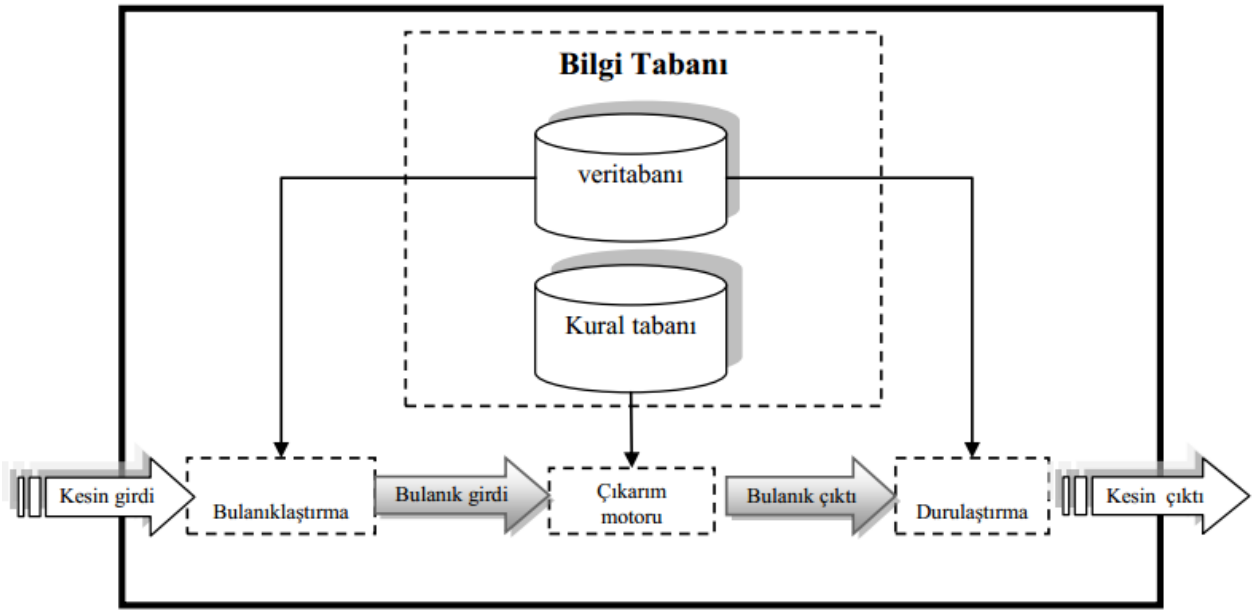
Bulanık uzman sistemler; bulanıklaştırma arabirimi, bilgi tabanı (veri tabanı, kural tabanı) sonuç çıkarım mekanizması ve durulaştırma arabirimi alt sistemlerinden oluşan; klasik mantık yerine bulanık mantık kullanan uzman sistemlerdir (Zadeh, 1965). Bu sistemler ilk olarak L. A. Zadeh tarafından 1965 yılında tanımlanmıştır. Zadeh bu çalışmasında, insan düşüncesinin büyük çoğunluğunun kesin olmayıp bulanık olduğunu belirtmiştir (Elmas, 2003a).

Bir başka tanımda ise; bulanık uzman sistemler, verilerin az ve yetersiz olduğu, davranışların tam olarak anlaşılamadığı ancak hızlı bir çözümün gerekli olduğu durumlarda bulanık mantık kuralları dâhilinde mantıklı çözüm ve çıkarımların sunulmasına yardımcı olan sistemler olarak tanımlanmaktadır (Baykal ve Beyan, 2004).

Bulanık uzman sistem, veriler üzerinde akıl yürütme yapabilmek için boole (ikili) mantığı yerine, fonksiyon ve kuralların bulanık üyelik özelliklerini kullanan uzman sistemlerdir (Allahverdi, 2002b). Yapılan bu tanıma göre bir örnek verecek olursak; klasik kümeler olarak bilinen kesin kümelerde kümenin her bir elemanı 1 ya da 0 değerini almaktadır. Bir nesne 1 değerini alıyorsa kümenin elemanıyken 0 değerini alıyorsa kümenin elemanı değildir şeklinde değerlendirilmektedir. Bulanık mantık kümelerinde ise, nesneler 0 ile 1 arasında değişebilen değerler alarak üyelik işlevlerini ortaya koymaktadırlar. Bulanık mantıkta belirsizlik durumları, belirsizliği temsil eden küme elemanlarına üyelik fonksiyonlarının verilmesi ile tanımlanabilir. Önem derecesine göre yapılan değerlendirmede en büyük önem derecesine sahip öğeye 1 değeri atanırsa, diğer öğeler 0 ile 1 arasında değişen değerler alacaklardır. Bu şekilde 0 ile 1 arasında değerlendirilen her bir öğenin değerine üyelik derecesi ve bunun bir alt küme içindeki değişimine de üyelik fonksiyonu denilmektedir (Demir ve ark., 2004). Yapılan araştırmalar, bulanık mantık yöntemiyle elde edilen sonuçların, klasik yöntemlerle elde edilmiş sonuçlardan daha iyi olduğunu göstermiştir (Elmas, 2003b)

4.1. Bulanık Uzman Sistemlerin Yapısı

Bulanık uzman sistemlerde, bulanıklaştırma ara yüzü, çıkarım motoru, durulaştırma ara yüzü ve bilgi tabanı olmak üzere dört bölümden söz edilebilir. Aşağıdaki şekilde bir bulanık uzman sistemin yapısı gösterilmiştir (Baykal ve Beyan, 2004).

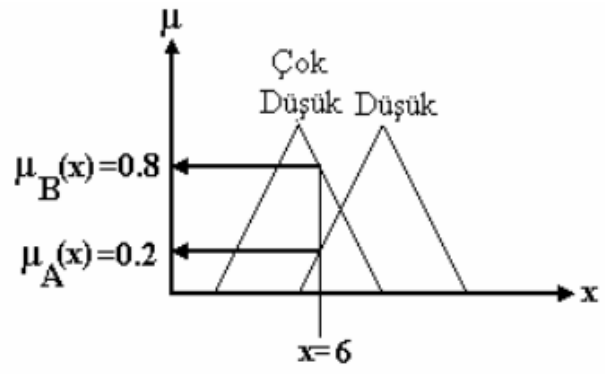


Şekil 4.1. Bulanık uzman sistemin yapısı

Bulanık uzman sistemi oluşturan bölümleri inceleyecek olursak;

4.1.1. Bulanıklaştırma birimi

Bulanıklaştırma her bir kural varsayımının doğruluk derecesini belirlemek için gerçek değerlere uygulanmış giriş değişkenleri üzerinde üyelik fonksiyonlarının belirlenmesidir (Yıldız, 2010). Bulanıklaştırma biriminde, gerçek giriş değerleri ait oldukları üyelik fonksiyonlarına göre bulanık değerlere dönüştürülür ve elde edilen bu bulanık değerler ait oldukları üyelik fonksiyonlarındaki üyelik derecelerine karşılık gelir. Şekil 4.2'de bir değerin bulanık bir değere dönüştürülmesi gösterilmiştir (Torun, 2007).



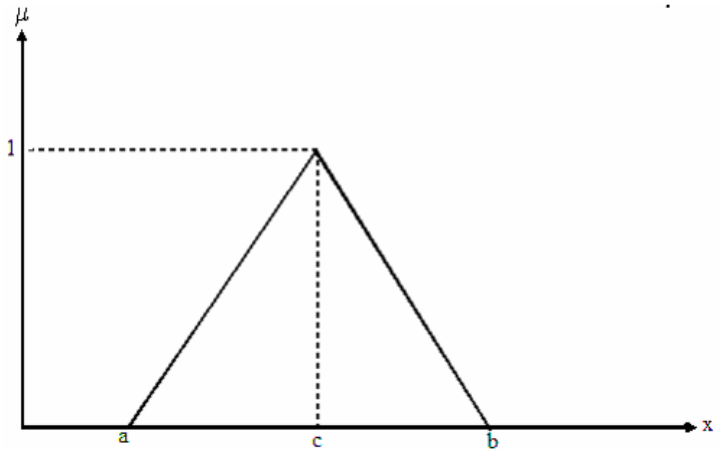
Şekil 4.2. Bulanıklaştırma işlemi

Bulanık değere dönüştürme işlemi üyelik fonksiyonun türüne göre değişmektedir. Bulanık mantık tasarımında birçok üyelik fonksiyon şekli vardır. Bunlardan bazıları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Üçgen üyelik fonksiyonu
- Yamuk üyelik fonksiyonu
- S üyelik fonksiyonu
- Çan eğrisi üyelik fonksiyonu

Bu üyelik fonksiyonlarından hangisinin kullanılacağı ele alınan duruma göre değişmektedir. Yapılan bu tez çalışmasında kullanılacak üyelik fonksiyonunu belirlerken, çeşitli üyelik fonksiyonlarının verdiği sonuçlar değerlendirilmiş ve daha uygun olduğu düşünülen üçgen üyelik fonksiyonun kullanılmasına karar verilmiştir. Üçgen üyelik fonksiyonu grafiksel olarak Şekil 4.3'te gösterilmiş ve matematiksel ifadesine Denklem 4.1'de yer verilmiştir.

$$\mu\,(x; a,b,c) = \begin{cases} 0 & x < a \\ \dfrac{x-a}{b-a} & a \le x \le b \\ \dfrac{c-x}{c-b} & b \le x \le c \\ 0 & x > b \end{cases} \qquad (4.1)$$



Şekil 4.3. Üçgen üyelik fonksiyonun gösterimi

4.1.2. Bilgi tabanı

Bilgi tabanı; problemlerin anlaşılmasında, formülüze edilmesinde ve çözümünde kullanılacak bilgilerin tümünü içerir. Bunun yanında olaylar ve durumlar hakkındaki bilgileri ve bunlar arasındaki mantıksal ilişkileri de bünyesinde barındırır. Bilgi tabanını, veri tabanı ve kural tabanı oluşturur (Yıldız, 2010).

4.1.2.1. Veri tabanı

Veri tabanının temel görevi; bulanıklaştırma, kural tabanı ve durulaştırma birimlerinin doğru çalışması için gerekli bilgileri sağlamaktır. Bu bilgiler şu şekilde sayılabilir (Torun, 2007).

a) Giriş-çıkış değişkenlerinin üyelik fonksiyonlarının sözel değerlerinin anlamları

b) Ölçeklendirme, normalizasyon ve denormalizasyon faktörleri ile birlikte fiziksel alanlar ve bunların normalize edilmiş karşılıkları

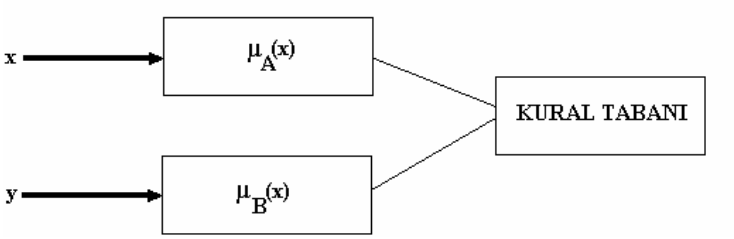
c) Bir bulanık kümenin üyelik fonksiyonlarının tipleri

d) Ayrıştırma politikalarının tanımlayan nicelenmiş referans tabloları

4.1.2.2. Kural tabanı

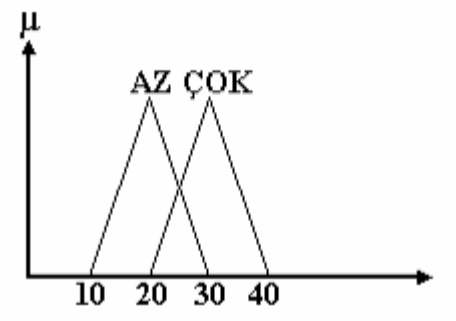
Kural tabanı; kontrol amacını gerçekleştirmek üzere tasarlanmış bulanık kontrol kurallarını içerir. Kural Tabanının temel kullanım amacı uzman bilgilerini sebep-sonuç ilişkisi içerisinde gösterebilmektir. Bulanıklaştırma biriminden elde edilen üyelik dereceleri kural tabanında ait oldukları dilsel değişkene karşılık gelen kuralları etkilemektedir. Etkilenen dilsel değişkenler bir ya da birden fazla kuralı etkileyebilmektedir. EĞER-O HALDE yapısı ile bulanık çıkış değerinin ne olabileceği hakkında bilgi sahibi olabiliriz. Birden fazla kuralın etkilenmesi ya da tetiklenmesi çıkış sayısının da birden fazla olacağı anlamına gelmektedir. Ancak çıkış sadece bir tanedir. Tetiklenen kurallar ve onların oluşturduğu çıkış değerleri arasında seçim yapmak için birçok yol vardır. Bu seçim işlemine çıkarım denilmektedir. Bu iş çıkarım mekanizması tarafından yapılmaktadır (Allahverdi, 2002b). Çıkarım mekanizması hakkında bilgiye bir sonraki başlıkta yer verilecektir.

Aşağıda EĞER-O HALDE yapısına ait 2 giriş, 1 çıkış ve 4 kuraldan oluşan bir örneğe yer verilmiştir. Sistemin kural tabanına kadar olan kısmı Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Eğer – O Halde kavramı

Hem giriş hem de çıkış için dilsel değişkenler olarak Az ve Çok ifadeleri kullanılacaktır. Az ve Çok dilsel değişkenlerine ait üyelik fonksiyonları Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Az ve çok üyelik fonksiyonu

Giriş değerleri bulanıklaştırıldıktan sonra oluşacak olan kurallar aşağıdaki gibi olacaktır.

Eğer x=AZ ve y=AZ ise O HALDE z=AZ dır

Eğer x=AZ ve y=ÇOK ise O HALDE z=ÇOK tur

Eğer x=ÇOK ve y=AZ ise O HALDE z=ÇOK tur

Eğer x=ÇOK ve y=ÇOK ise O HALDE z=AZ dır

Bu kurallardan hangilerinin tetiklendiği giriş değerlerinin bulanıklaştırılması sonucu ait oldukları üyelik fonksiyonuna göre değişecektir. Örneğin *X*=12 *Y*=24 için oluşacak olan kural sayısına bir bakalım.

$X=12 \rightarrow \mu_{Az}(x) = (x-10) / 10 = (12 - 10) / 10 = 0,2$

$Y=24 \rightarrow \mu_{Az}(y) = (30- x) / 10 = (30 - 24) / 10 = 0,6$

$\mu_{Çok}(y) = (x- 20) / 10 = (24 - 20) / 10 = 0,4$

Görüldüğü gibi *X* değeri sadece "AZ" üyelik fonksiyonunda bir değere sahip iken *Y* değeri hem "AZ" hem de "ÇOK" üyelik fonksiyonunda bir değere sahip oldu. Bu şu anlama gelmektedir. Kural tabanında *X'*in "AZ" *Y'*nin hem "AZ" hem de "ÇOK" olduğu kurallar ateşlenecektir.

Eğer x=AZ ve y=AZ ise O HALDE z=AZ dır

Eğer x=AZ ve y=ÇOK ise O HALDE z=ÇOK tur

~~Eğer x=ÇOK ve y=AZ ise O HALDE z=ÇOK tur~~

~~Eğer x=ÇOK ve y=ÇOK ise O HALDE z=AZ dır~~

Görüldüğü gibi üstü çizili olan kurallar hesaplamaya katılmayacaktır. Çıkış nasıl hesaplanacaktır sorusunun cevabı bir sonraki aşama olan çıkarım mekanizması kısmında ele alınacaktır.

4.1.3. Çıkarım mekanizması

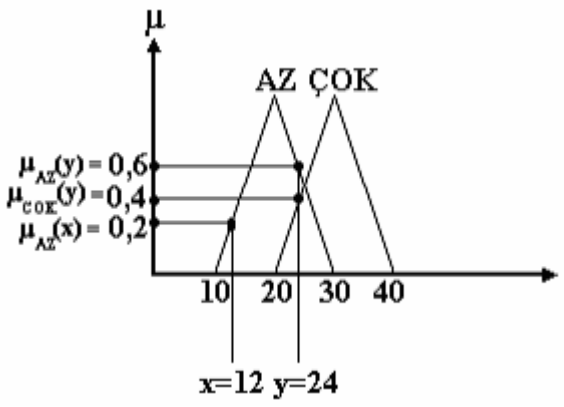
Çıkarım mekanizması; çıkarım ya da karar verme işleminin gerçekleştiği bloktur. Bulanıklaştırma bloğundan gelen bilgileri, kural ve veri tabanı ile iletişim kurarak işler ve çıkarım sonucu elde edilen bilgileri durulaştırma bloğuna giriş olarak gönderir. Karar verme birimi, çıkarım motoru (Fuzzy Engine) olarak da adlandırılır. BM denetiminin çekirdek kısmıdır. Çıkarım mekanizması, bir insanın karar verme ve çıkarım yapma yeteneğinin benzeri bir yolla bulanık kavramları işler ve çıkarım yaparak gerekli denetimi belirler (Allahverdi, 2002b).

Bulanık girişlerin sonuç üretebilmesi için farklı çıkarım modelleri üretilmiştir ve Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Bazı çıkarım modelleri

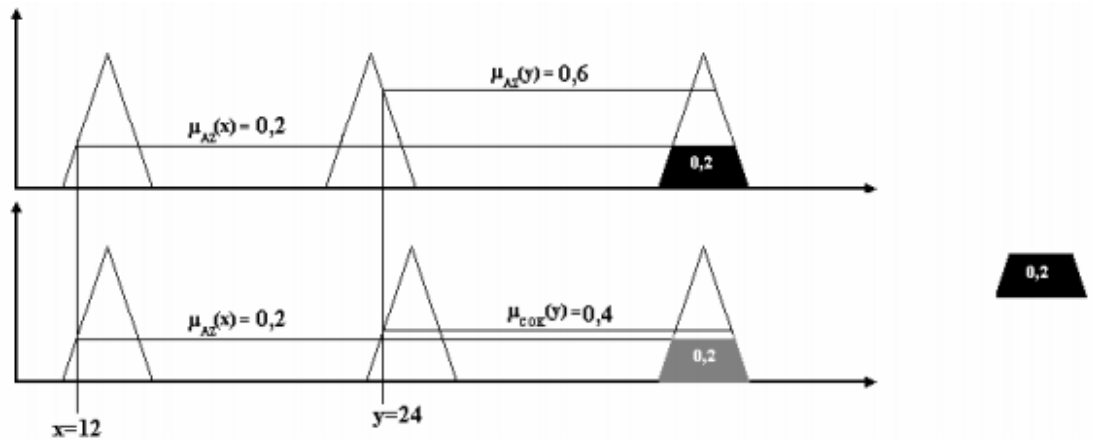
BULANIK ÇIKARIM METODU	$\mu A \rightarrow_B (x,y)$
MAMDANI (MAX-MIN)	MIN ($\mu A(x)$, $\mu B(x)$)
MAX PROD	($\mu A(x) * \mu B(y)$)
ZADEH	MAX⌈MIN ($\mu A(x)$, $\mu B(y)$), 1- $\mu A(x)$⌉
LUKASIEWICS	MIN (1,1- $\mu A(x)$ + $\mu B(y)$)
GÖDEL	1 → $\mu A(x) <= \mu B(y)$ $\mu B(y)$ → diğer
KLEENE-DIENES	MAX (1- $\mu A(x)$, $\mu A(y)$)
SHARP	1 → $\mu A(x) < \mu B(x)$ 0 → diğer

Literatürde en çok tercih edilen yöntem Mamdani yöntemidir. Bunun yanında Çizelge 4.1'de de gösterildiği gibi daha birçok yöntem vardır. Kullanılacak yöntem seçilirken, çalışmanın yapısına uygunluğuna ve çalışmadan alınacak verime göre tercih yapılmalıdır. Bu çalışma sürecinde çıkarım sistemleri incelenerek Matlab'ta denenmiştir ve gerek çalışmanın yapısına uygunluğu gerekse alınan verimin yüksekliğinden dolayı Mamdani çıkarım mekanizması tercih edilmiştir. Mamdani kuralını, Şekil 4.5'te verilen örneğin devamı olarak açıklayacak olursak;



Şekil 4.6. Giriş değerlerinin bulanıklaştırılması

Çizelge 4.2. Max – Min metodunun grafiksel olarak gösterimi



Eğer x=AZ ve y=AZ ise O HALDE z→AZ MIN($\mu_{AZ}(x)=0,2, \mu_{AZ}(y)=0,6$)=0,2

Eğer x=AZ ve y=ÇOK ise O HALDE z=ÇOK → MIN($\mu_{AZ}(x)=0,2, \mu_{ÇOK}(y)=0,4$)=0,2

Minimumların maksimumları alındığında ise sonuç 0,2 olarak bulunacaktır ve çıkarım sonucu elde edilen yeni üyelik fonksiyonu gerçek değerin hesaplanması için durulaştırma birimine aktarılacaktır.

4.1.4. Durulaştırma birimi

Durulaştırma birimi; çıkarım işlemi sonucu oluşan bulanık kümenin çıkışları üzerinde ölçek değişikliği yapılarak bulanık kümelerin gerçek sayılara dönüştürüldüğü birimdir. Bulanık ifadeler ya da bulanık kümeler gerçek dünyada birer anlam ifade etmedikleri için çıkarım sonunda elde edilen bulanık bilgilerin gerçek dünyada kullanılan bilgilere dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu işlem ise durulaştırma biriminde yapılır (Torun, 2007). Durulaştırma işlemleri çeşitli yollarla yapılabilmektedir. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

a) Maksimum metodu

b) Maksimum ortası metodu

c) Sol kenar noktası metodu

d) Sağ kenar noktası metodu

e) Ağırlık merkezi metodu

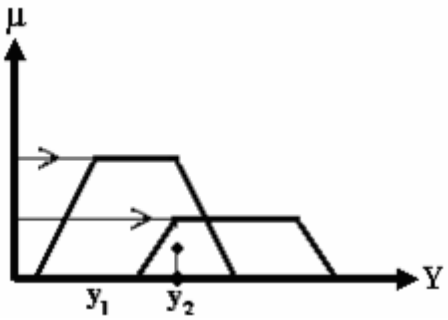
Durulaştırma metotları incelendiğinde, yapılan bu çalışmaya en uygun metodun ağırlık merkezi metodu olduğu Matlab'ta yapılan denemelerden sonra anlaşılmıştır. Ağırlık merkezi metodunu açıklayacak olursak;

Ağırlık merkezi metodu

Sonuca ait çıkış keskin değeri, işlenen kuralların oluşturduğu, çıkışa ait elde edilen sonuç, bulanık kümelerin karşılama değerlerinin altlarındaki alanların toplamının teşkil ettiği alanın ağırlık merkezinin yatay eksen değeri olarak ele alınır. Bu yöntem en çok kullanılan durulaştırma yöntemlerinden birisidir ve

$$y' = \frac{\int y * \mu(y) * dy}{\int \mu(y) * dy}$$ olarak ifade edilir.

Teknik olarak bu hesaplama temel ayrık destek noktalarında y_i nümerik integrali ile gerçekleştirilir. Sonucun daha hassas olması hesap süresini arttırır (Ödük, 2010). Ağırlık merkezi metodunun gösterimi Şekil 4.7 ile ifade edilir.



Şekil 4.7. Ağırlık merkezi metodunun gösterimi

4.2. Bulanık Uzman Sistemlerin Avantajları

Bulanık uzman sistemlerin sağladığı avantajlar aşağıdaki gibi sayılabilir (Baykal ve Beyan, 2004; Mikail, 2007; Yaralıoğlu, 2016).

- İnsan düşünme tarzına yakındır.
- Yazılımının basit olmasından dolayı ucuza mal olur.
- Günlük hayatta olduğu gibi karmaşık, belirsiz, iyi tanımlanmamış, zamanla değişen sistemlerin denetimine basit çözümler getirir.

- Sistem basit bir matematiksel modelle tanımlanabilen bir sistemse o zaman geleneksel bir denetim yeterli olacaktır. Ama karmaşık bir sisteme geleneksel bir mantık uygulamak hem çok zor hem de yüksek maliyetlidir. Buna karşılık, bulanık uzman sistemler geleneksel sistemlere göre sistemi daha iyi analiz edebileceği gibi aynı zamanda da ekonomiktirler.
- Bulanık uzman sistemlerin sağladığı bir diğer avantaj ise doğrudan kullanıcı girişlerine ve kullanıcının deneyimlerinden yararlanabilmesine olanak sağlamasıdır.

4.3. Bulanık Uzman Sistemlerin Dezavantajları

Bulanık mantığın dezavantajları ise şu şekilde sayılabilir (Baykal ve Beyan, 2004; Mikail, 2007; Yaralıoğlu, 2016).

- Uygulamada kullanılan kuralların oluşturulmasında deneyime ihtiyacın fazla olması,
- Üyelik fonksiyonlarının deneme yanılma yolu ile bulunmasından dolayı zaman kaybının fazla olması,
- Kararlılık analizinin yapılışının zorluğudur.

5. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada; Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Romatoloji Bilim dalında bir uzmandan yardım alınarak, EK1'de gösterilen hasta verisi toplama formu kullanılarak yeni tanı romatoid artrit hastalarından alınan kan sayım sonuçları ve hastanın tıbbi öyküsü ile hastalık teşhisi yapacak olan bir bulanık uzman sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Veri toplama sürecinde hastaların bilgilerini elde etmek için öncelikle Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan çalışmanın yapılmasına dair izin istenilmiştir. Etik kurul konu ile ilgili istenilen izni 2017/27 sayılı kararınca uygun görmüştür. Daha sonra Romatoloji alanında uzman doktor, muayene sırasında hastanın kişisel bilgilerini (adı,soyadı, T.C.Kimlik no, cinsiyet, yaş, muayene tarihi ve telefonu), kan sayım sonuçlarını (Crp, Sedim, RF), antikor test sonuçlarını (Anti-CCP, ANA) ve hastanın öyküsüne ait verileri toplayarak hasta verisi toplama formuna kaydetmiştir.

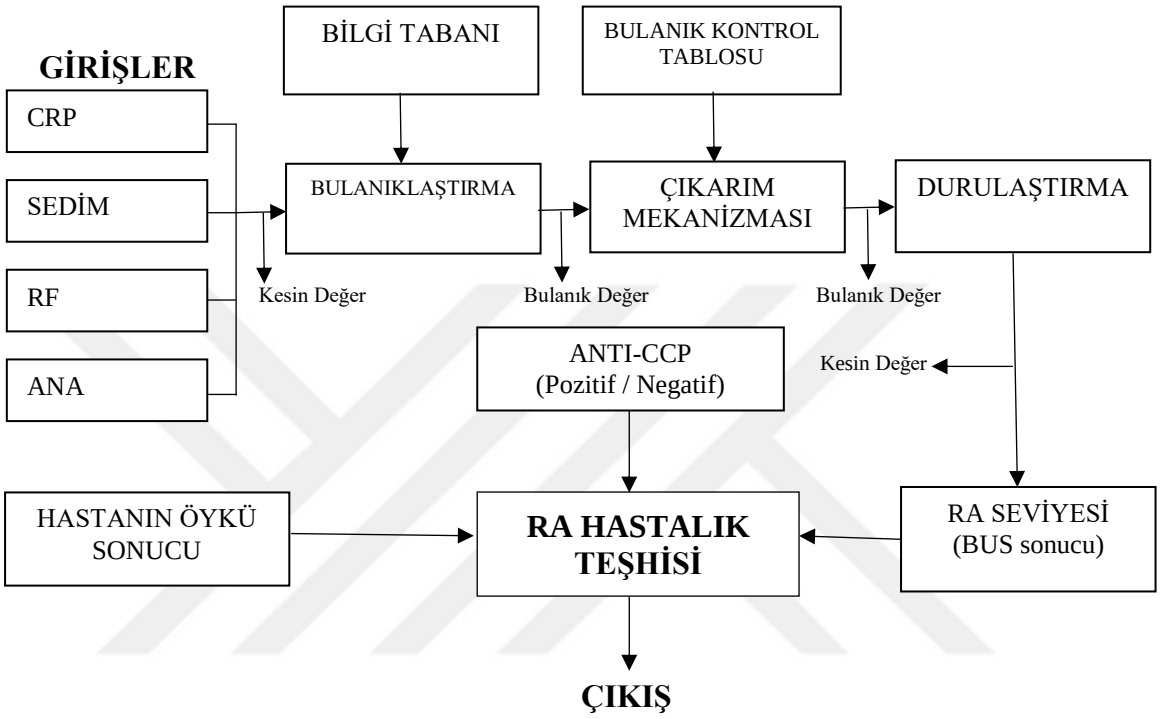
Bu verileri kullanarak tasarlanan sistem iki aşamada ele alınmıştır. İlk aşamada; CRP, Sedim, RF ve ANA giriş parametresi, RA seviyesi çıkış parametresi olarak alınmış ve girilen bu kan değerlerinden bir BUS sonucu elde edilmiştir. İkinci aşamada ise; uzman hekimce belirlenen, likert ölçeği kullanılarak hazırlanan, 10 soruluk hastanın öyküsü anketi ile hastanın öyküsü hakkında 0-100 arasında bir değerlendirme yapılmıştır. BUS'tan ve hastanın öyküsünden elde edilen sonuç ile antikor testlerinden olan Anti-CCP değeri de kullanılarak, uzman yardımıyla oluşturulan hastalık çıkarım tablosundan yararlanarak bulanık uzman sistem bir karara varmış ve hastalık teşhisi yapmıştır.

BUS öncelikle Matlab'ta (R2014a 8.3.0.532 v.) tasarlanmış daha sonra web ortamında PHP (5.4.45 v.) programlama dilinde kodlanarak web sitesi olarak yayınlanmıştır. Matlab'tan elde edilen sonuçlar ile BUS'tan elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında sonuçların oldukça tutarlı olduğu görülmüştür (MATLAB, 2017; PHP, 2017).

5.1. Romatoid Artrit Hastalığının Teşhisi İçin Bir Bulanık Uzman Sistem Tasarımı

Tasarlanan bulanık uzman sistemde, uzman doktor yardımıyla öncelikle giriş çıkış değişkenleri belirlenmiştir. Sistem 4 giriş (CRP, Sedim, RF, ANA) ve 1 çıkıştan oluşmaktadır. Daha sonra giriş ve çıkış parametrelerinin sayısal aralıkları ve dilsel ifadeleri belirlenmiş ve bulanıklaştırılmıştır. Bulanıklaştırmada üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. Uzman doktor yardımıyla kural tabanı oluşturulmuştur. Mamdami çıkarım

mekanizması ve max-min metodu kullanılarak bulanık çıkış değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bulanık çıkış değerlerini durulaştırmak için "Centroid – Ağırlık merkezi" yöntemi kullanılmıştır. BUS'tan elde edilen sonuçları, hastanın öykü sonucunu ve Anti-CCP antikor test sonucunu kullanarak hastalık teşhisi yapacak bulanık uzman sistem tasarımı Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Bulanık çıkarım sistemi

5.2. Giriş-Çıkış Parametrelerinin Değer Aralıklarının Belirlenmesi

Bulanık uzman sistemlerin doğru sonuçlar verebilmesi için kuralların doğru koşturulması ve giriş – çıkış üyelik kümelerinin aralıklarının doğru belirlenmesi gerekmektedir. Uzman doktor yardımıyla belirlenen bu aralıklar Çizelge 5.1.'de ve 5.2.'de gösterilmektedir.

Çizelge 5.1. Giriş parametrelerinin üyelik değer aralıkları

CRP (mg/l)	
Yüksek	>5
Normal	2-8
Düşük	<5
Sedim (mm/s)	
Yüksek	>20
Normal	10-30
Düşük	<20
RF (u/ml)	
Yüksek	>20
Normal	10-30
Düşük	<20
ANA(1/titre)	
Yüksek	>160
Normal	120-200
Düşük	<160

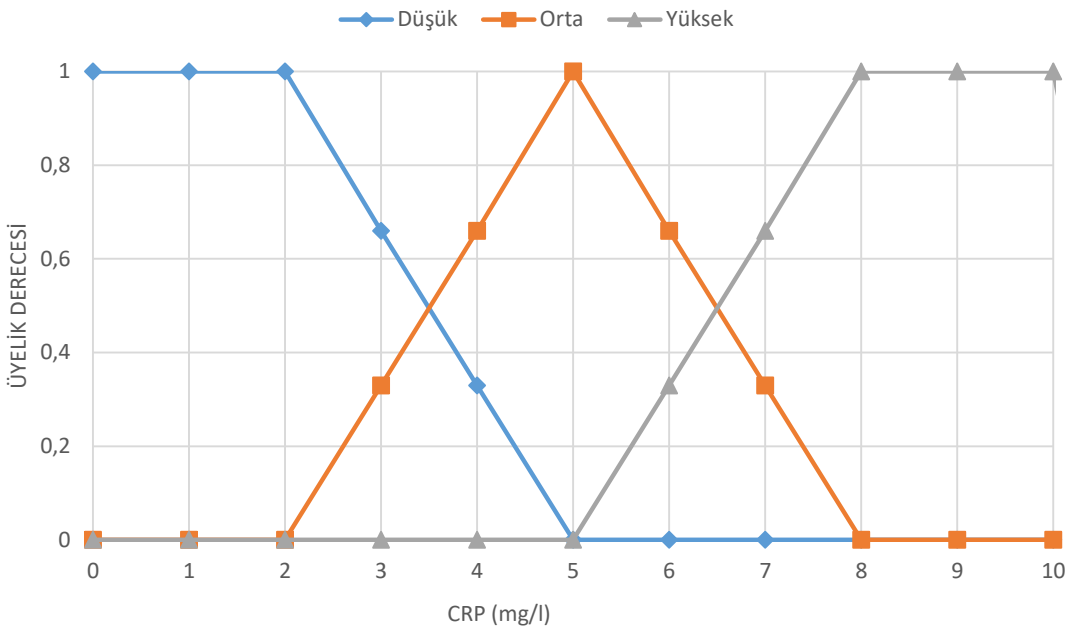
Çizelge 5.2. Çıkış parametresinin üyelik değer aralıkları

RA Seviyesi	
Yüksek RA	>60
Orta RA	40-80
Düşük RA	20-60
RA yok	<40

5.3. Üyelik Fonksiyonları

Uzman doktor yardımıyla belirlenen giriş parametrelerinin (CRP, Sedim, RF, ANA) üyelik fonksiyon aralıklarına göre çizilen üyelik fonksiyon grafiklerine ve girilen değerlerin hangi bulanık kümeye ait olduğunun sayısal ifadelerine aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

CRP giriş parametresi için düşük, normal, yüksek olmak üzere 3 farklı üyelik kümesi belirlenmiştir. Tasarlanan bulanık sistemde CRP parametresi bulanıklaştırılmıştır ve girilen sayısal değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri hesaplanmıştır. CRP üyelik fonksiyon grafiği Şekil 5.2'de gösterilmektedir.



Şekil 5.2. CRP üyelik fonksiyon grafiği

CRP üyelik fonksiyonunda "düşük" bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.2'de gösterilen CRP üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \begin{cases} x \leq 2 & ; 1 \\ 2 \leq x \leq 5 & ; (5\text{-}x) / 3 \\ x > 5 & ; 0 \end{cases} \qquad (5.1)$$

$$\mu_{\text{Düsük}}(x) = \{1/0,\ \ 1/1,\ \ 1/2,\ \ 0.5/3.5,\ \ 0/5\}$$

CRP üyelik fonksiyonunda "orta" bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.2'de gösterilen CRP üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Orta}}(x) = \begin{cases} x < 2 \text{ veya } x > 8 & ; 0 \\ 2 \leq x \leq 5 & ; (x\text{-}2) / 3 \\ 5 \leq x \leq 8 & ; (8\text{-}x) / 3 \end{cases} \qquad (5.2)$$

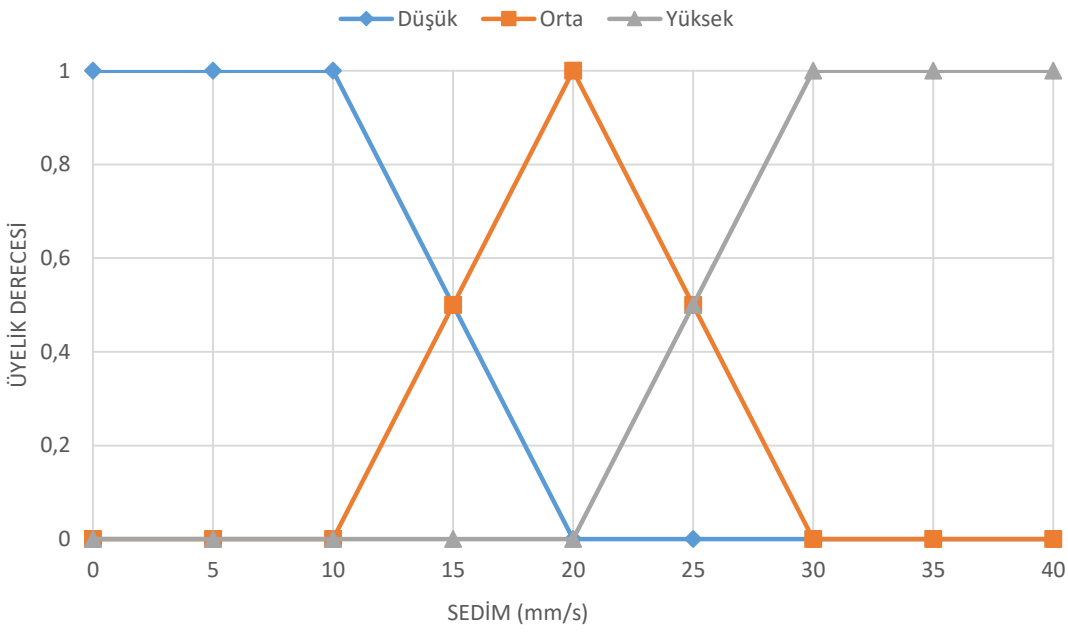
$$\mu_{\text{xOrta}}(x) = \{0/2,\ \ 0.5/3.5,\ \ 1/5,\ \ 0.5/6.5,\ \ 0/8\}$$

CRP üyelik fonksiyonunda “yüksek” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.2’de gösterilen CRP üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \begin{cases} x < 5 & ; 0 \\ 5 \le x \le 8 & ; (x-5)/3 \\ x \ge 8 & ; 1 \end{cases} \tag{5.3}$$

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \{0/5,\quad 0.5/6.5,\quad 1/8,\quad 1/9,\quad 1/10\}$$

SEDİM giriş parametresi için düşük, normal, yüksek olmak üzere 3 farklı üyelik kümesi belirlenmiştir. Tasarlanan bulanık sistemde Sedim parametresi bulanıklaştırılmıştır ve girilen sayısal değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri hesaplanmıştır. Sedim üyelik fonksiyon grafiği Şekil 5.3’te gösterilmektedir.



Şekil 5.3. Sedim üyelik fonksiyon grafiği

Sedim üyelik fonksiyonunda “düşük” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.3’te gösterilen Sedim üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \begin{cases} x \leq 10 & ; \ 1 \\ 10 \leq x \leq 20 & ; (20\text{-}x) / 10 \\ x > 20 & ; 0 \end{cases} \quad (5.4)$$

$$\mu_{\text{Düsük}}(x) = \{1/5, \ 1/10, \ 0.5/15, \ 0/20, \ 0/25\}$$

Sedim üyelik fonksiyonunda "orta" bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.3'te gösterilen Sedim üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Orta}}(x) = \begin{cases} x<10 \text{ veya } x>30 & ; 0 \\ 10 \leq x \leq 20 & ; (x\text{-}10) / 10 \\ 20 \leq x \leq 30 & ; (30\text{-}x) / 10 \end{cases} \quad (5.5)$$

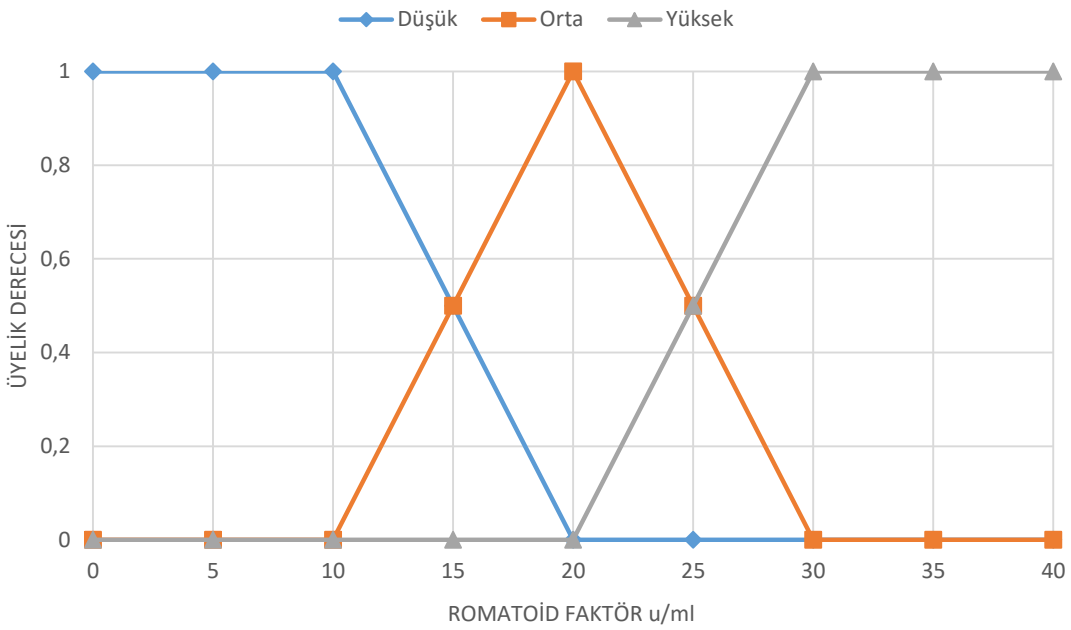
$$\mu_{\text{xOrta}}(x) = \{0/10, \ 0.5/15, \ 1/20, \ 0.5/25, \ 0/30\}$$

Sedim üyelik fonksiyonunda "yüksek" bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.3'te gösterilen Sedim üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \begin{cases} x < 20 & ; \ 0 \\ 20 \leq x \leq 30 & ; (x\text{-}20) / 10 \\ x \geq 30 & ; 1 \end{cases} \quad (5.6)$$

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \{0/20, \ 0.5/25, \ 1/30, \ 1/35, \ 1/40\}$$

ROMATOİD FAKTÖR (RF) giriş parametresi için düşük, normal, yüksek olmak üzere 3 farklı üyelik kümesi belirlenmiştir. Tasarlanan bulanık sistemde RF parametresi bulanıklaştırılmıştır ve girilen sayısal değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri hesaplanmıştır. RF üyelik fonksiyon grafiği Şekil 5.4'de gösterilmektedir.



Şekil 5.4. RF üyelik fonksiyon grafiği

RF üyelik fonksiyonunda "düşük" bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.4'te gösterilen RF üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \begin{cases} x \leq 10 & ;\ 1 \\ 10 \leq x \leq 20 & ;\ (20\text{-}x) / 10 \\ x > 20 & ;\ 0 \end{cases} \tag{5.7}$$

$$\mu_{\text{Düsük}}(x) = \{1/0,\ \ 1/5,\ \ 1/10,\ \ 0.5/15,\ \ 0/20\}$$

RF üyelik fonksiyonunda "orta" bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.4'te gösterilen RF üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Orta}}(x) = \begin{cases} x<10 \text{ veya } x>30 & ;\ 0 \\ 10 \leq x \leq 20 & ;\ (x\text{-}10) / 10 \\ 20 \leq x \leq 30 & ;\ (30\text{-}x) / 10 \end{cases} \tag{5.8}$$

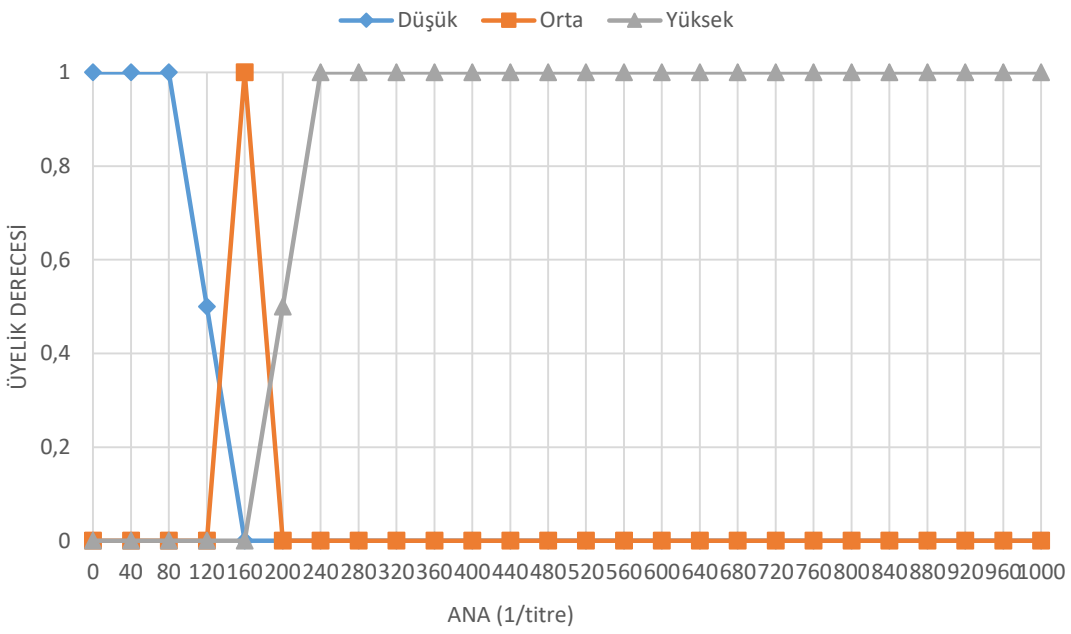
$$\mu_{\text{Orta}}(x) = \{0/10,\ \ 0.5/15,\ \ 1/20,\ \ 0.5/25,\ \ 0/30\}$$

RF üyelik fonksiyonunda "yüksek" bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.4'te gösterilen RF üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \begin{cases} x \leq 20 & ; 0 \\ 20 < x < 30 & ; (x-20)/10 \\ x \geq 30 & ; 1 \end{cases} \quad (5.9)$$

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \{0/20,\ 0.5/25,\ 1/30,\ 1/35,\ 1/40\}$$

ANA giriş parametresi için düşük, normal, yüksek olmak üzere 3 farklı üyelik kümesi belirlenmiştir. Tasarlanan bulanık sistemde ANA parametresi bulanıklaştırılmıştır ve girilen sayısal değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri hesaplanmıştır. ANA üyelik fonksiyon grafiği Şekil 5.5'te gösterilmektedir.



Şekil 5.5. ANA üyelik fonksiyon grafiği

ANA üyelik fonksiyonunda "düşük" bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.5'te gösterilen ANA üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \begin{cases} x \leq 80 & ; 1 \\ 80 \leq x \leq 160 & ; (160-x) / 80 \\ x > 160 & ; 0 \end{cases} \quad (5.10)$$

$$\mu_{\text{Düsük}}(x) = \{1/0,\ 1/40,\ 1/80,\ 0.5/120,\ 0/160\}$$

ANA üyelik fonksiyonunda "orta" bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.5'te gösterilen ANA üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Orta}}(x) = \begin{cases} x<120 \text{ veya } x>200 & ; 0 \\ 120 \leq x \leq 160 & ; (x-120) / 40 \\ 160 \leq x \leq 200 & ; (200-x) / 40 \end{cases} \quad (5.11)$$

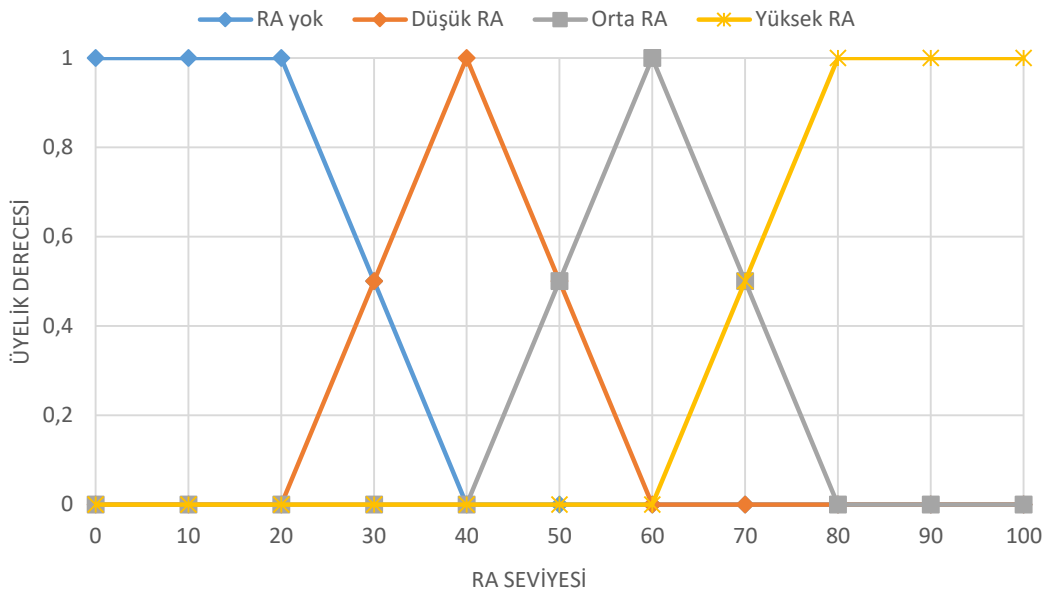
$$\mu_{\text{Orta}}(x) = \{0/120,\ 0.5/140,\ 1/160,\ 0.5/180,\ 0/200\}$$

ANA üyelik fonksiyonunda "yüksek" bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.5'te gösterilen ANA üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \begin{cases} x \leq 160 & ; 0 \\ 160 < x < 240 & ; (x-160) / 80 \\ x \geq 240 & ; 1 \end{cases} \quad (5.12)$$

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \{0/160,\ 0.5/200,\ 1/240,\ 1/280,\ 1/320\}$$

RA seviyesi çıkış parametresi için % 0-100 aralığında RA yok, düşük RA, orta RA ve yüksek RA olmak üzere 4 farklı üyelik kümesi oluşturulmuştur. Giriş parametrelerinin aldığı değerlere göre ateşlenen kurallar sonucu RA seviyesinin üyelik dereceleri hesaplanmıştır. RA seviyesi üyelik fonksiyonu Şekil 5.6'da gösterilmektedir.



Şekil 5.6. RA seviyesi üyelik fonksiyon grafiği

RA seviyesi üyelik fonksiyonunda "RA yok" bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.6'da gösterilen RA seviyesi üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{RA yok}}(x) = \begin{cases} x \le 20 & ; \ 1 \\ 20 \le x \le 40 & ; (40\text{-}x) / 20 \\ x > 40 & ; 0 \end{cases} \qquad (5.13)$$

$$\mu_{\text{RAyok}}(x) = \{1/10, \quad 1/20, \quad 0.5/30, \quad 0/40\}$$

RA seviyesi üyelik fonksiyonunda "Düşük RA" bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.6'da gösterilen RA seviyesi üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \begin{cases} x \le 20 \text{ veya } x \ge 60 & ; 0 \\ 20 \le x \le 40 & ; (x\text{-}20) / 20 \\ 40 \le x \le 60 & ; (60\text{-}x) / 20 \end{cases} \qquad (5.14)$$

$$\mu_{\text{Düsük}}(x) = \{0/20, \quad 0.5/30, \quad 1/40, \quad 0.5/50, \quad 0/60\}$$

RA seviyesi üyelik fonksiyonunda “Orta RA” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.6’da gösterilen RA seviyesi üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{Orta}(x) = \begin{cases} x \leq 40 \text{ veya } x \geq 80 & ; 0 \\ 40 \leq x \leq 60 & ; (x-40)/20 \\ 60 \leq x \leq 80 & ; (80-x)/20 \end{cases} \quad (5.15)$$

$$\mu_{Orta}(x) = \{0/40,\ 0.5/50,\ 1/60,\ 0.5/70,\ 0/80\}$$

RA seviyesi üyelik fonksiyonunda “Yüksek RA” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri, Şekil 5.6’da gösterilen RA seviyesi üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{Yüksek}(x) = \begin{cases} x \leq 60 & ; 0 \\ 60 \leq x \leq 80 & ; (x-60)/20 \\ x \geq 80 & ; 1 \end{cases} \quad (5.16)$$

$$\mu_{Yüksek}(x) = \{0/60,\ 0.5/70,\ 1/80,\ 1/100\}$$

5.4. Kural Tabanının Oluşturulması

Uzman doktor yardımıyla girişler belirlenmiş ve bu girişlere göre kural tablosu hazırlanmıştır. Çalışmamız için belirlenen 4 giriş parametresinin bulanık kümeleri için hazırlanan kural tablosunda; CRP’nin 3, Sedim’in 3, RF’nin 3, ANA’nın 3 üyelik kümesi olduğundan 3x3x3x3=81 tane kural vardır. Oluşturulan kurallar Çizelge 5.3’te gösterilmiştir. Aşağıda Eğer – O Halde yapısında oluşturulan bazı örnek kurallara yer verilmiştir.

Kural 2:

EĞER *CRP= Düşük* ***VE*** *Sedim= Düşük* ***VE*** *RF= Düşük* ***VE*** *ANA= orta*

O HALDE *RA seviyesi=RA yok*

Kural 13:

EĞER *CRP= Düşük* ***VE*** *Sedim= Orta* ***VE*** *RF= Orta* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE *RA seviyesi=RA yok*

Kural 22:

EĞER *CRP= Düşük* ***VE*** *Sedim= Yüksek* ***VE*** *RF= Orta* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE *RA seviyesi=Düşük RA*

Kural 61:

EĞER *CRP= Yüksek* ***VE*** *Sedim= Düşük* ***VE*** *RF= Yüksek* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE *RA seviyesi=Orta RA*

Kural 81:

EĞER *CRP= Yüksek* ***VE*** *Sedim= Yüksek* ***VE*** *RF= Yüksek* ***VE*** *ANA= Yüksek*

O HALDE *RA seviyesi=Yüksek RA*

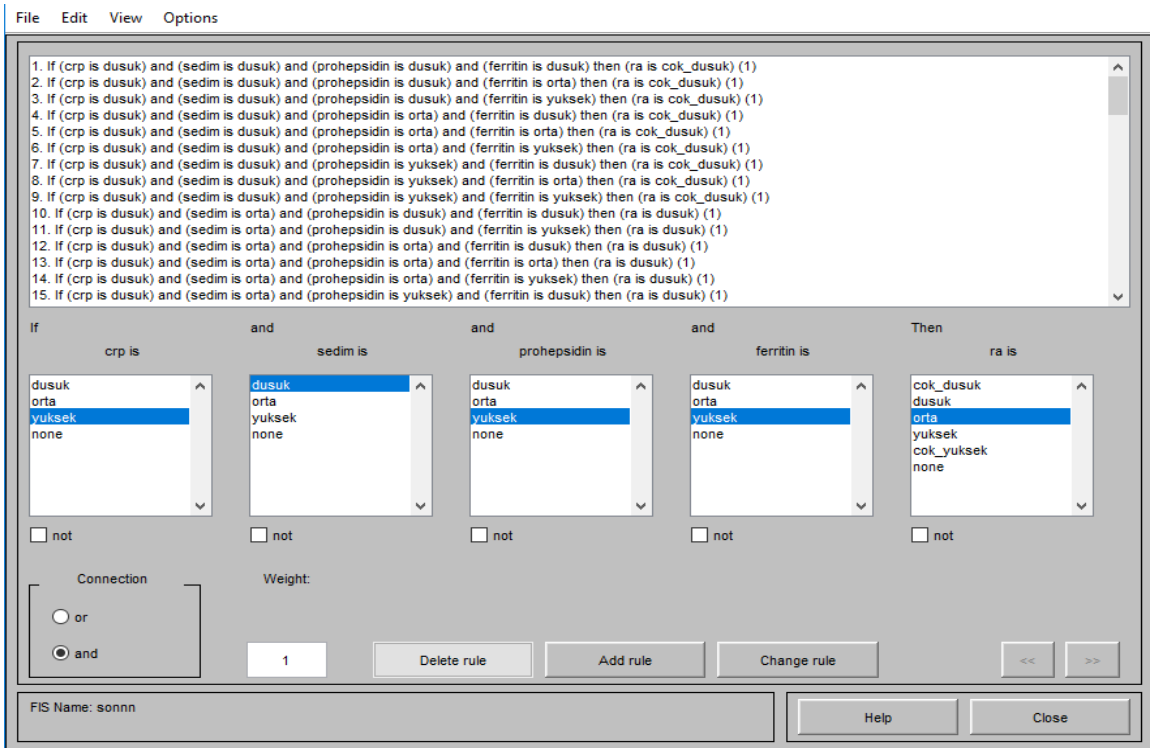
Çizelge 5.3. Kural tablosu

KURAL		CRP	SEDİM	RF	ANA		RA SEVİYESİ
1	**EĞER**	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	**O HALDE**	RA yok
2	**EĞER**	Düşük	Düşük	Düşük	Orta	**O HALDE**	RA yok
3	**EĞER**	Düşük	Düşük	Düşük	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
4	**EĞER**	Düşük	Düşük	Orta	Düşük	**O HALDE**	RA yok
5	**EĞER**	Düşük	Düşük	Orta	Orta	**O HALDE**	RA yok
6	**EĞER**	Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
7	**EĞER**	Düşük	Düşük	Yüksek	Düşük	**O HALDE**	RA yok
8	**EĞER**	Düşük	Düşük	Yüksek	Orta	**O HALDE**	RA yok
9	**EĞER**	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
10	**EĞER**	Düşük	Orta	Düşük	Düşük	**O HALDE**	RA yok
11	**EĞER**	Düşük	Orta	Düşük	Orta	**O HALDE**	RA yok
12	**EĞER**	Düşük	Orta	Düşük	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
13	**EĞER**	Düşük	Orta	Orta	Düşük	**O HALDE**	RA yok
14	**EĞER**	Düşük	Orta	Orta	Orta	**O HALDE**	RA yok
15	**EĞER**	Düşük	Orta	Orta	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
16	**EĞER**	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük	**O HALDE**	RA yok
17	**EĞER**	Düşük	Orta	Yüksek	Orta	**O HALDE**	RA yok
18	**EĞER**	Düşük	Orta	Yüksek	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
19	**EĞER**	Düşük	Yüksek	Düşük	Düşük	**O HALDE**	RA yok
20	**EĞER**	Düşük	Yüksek	Düşük	Orta	**O HALDE**	RA yok
21	**EĞER**	Düşük	Yüksek	Düşük	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
22	**EĞER**	Düşük	Yüksek	Orta	Düşük	**O HALDE**	Düşük RA
23	**EĞER**	Düşük	Yüksek	Orta	Orta	**O HALDE**	Düşük RA
24	**EĞER**	Düşük	Yüksek	Orta	Yüksek	**O HALDE**	Düşük RA

25	**EĞER**	Düşük	Yüksek	Yüksek	Düşük	**O HALDE**	Orta RA
26	**EĞER**	Düşük	Yüksek	Yüksek	Orta	**O HALDE**	Orta RA
27	**EĞER**	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek	**O HALDE**	Orta RA
28	**EĞER**	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	**O HALDE**	RA yok
29	**EĞER**	Orta	Düşük	Düşük	Orta	**O HALDE**	RA yok
30	**EĞER**	Orta	Düşük	Düşük	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
31	**EĞER**	Orta	Düşük	Orta	Düşük	**O HALDE**	RA yok
32	**EĞER**	Orta	Düşük	Orta	Orta	**O HALDE**	RA yok
33	**EĞER**	Orta	Düşük	Orta	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
34	**EĞER**	Orta	Düşük	Yüksek	Düşük	**O HALDE**	RA yok
35	**EĞER**	Orta	Düşük	Yüksek	Orta	**O HALDE**	RA yok
36	**EĞER**	Orta	Düşük	Yüksek	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
37	**EĞER**	Orta	Orta	Düşük	Düşük	**O HALDE**	RA yok
38	**EĞER**	Orta	Orta	Düşük	Orta	**O HALDE**	RA yok
39	**EĞER**	Orta	Orta	Düşük	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
40	**EĞER**	Orta	Orta	Orta	Düşük	**O HALDE**	RA yok
41	**EĞER**	Orta	Orta	Orta	Orta	**O HALDE**	RA yok
42	**EĞER**	Orta	Orta	Orta	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
43	**EĞER**	Orta	Orta	Yüksek	Düşük	**O HALDE**	Düşük RA
44	**EĞER**	Orta	Orta	Yüksek	Orta	**O HALDE**	Düşük RA
45	**EĞER**	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek	**O HALDE**	Düşük RA
46	**EĞER**	Orta	Yüksek	Düşük	Düşük	**O HALDE**	RA yok
47	**EĞER**	Orta	Yüksek	Düşük	Orta	**O HALDE**	RA yok
48	**EĞER**	Orta	Yüksek	Düşük	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
49	**EĞER**	Orta	Yüksek	Orta	Düşük	**O HALDE**	Düşük RA
50	**EĞER**	Orta	Yüksek	Orta	Orta	**O HALDE**	Düşük RA
51	**EĞER**	Orta	Yüksek	Orta	Yüksek	**O HALDE**	Düşük RA
52	**EĞER**	Orta	Yüksek	Yüksek	Düşük	**O HALDE**	Orta RA
53	**EĞER**	Orta	Yüksek	Yüksek	Orta	**O HALDE**	Orta RA
54	**EĞER**	Orta	Yüksek	Yüksek	Yüksek	**O HALDE**	Orta RA
55	**EĞER**	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	**O HALDE**	RA yok
56	**EĞER**	Yüksek	Düşük	Düşük	Orta	**O HALDE**	RA yok
57	**EĞER**	Yüksek	Düşük	Düşük	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
58	**EĞER**	Yüksek	Düşük	Orta	Düşük	**O HALDE**	RA yok
59	**EĞER**	Yüksek	Düşük	Orta	Orta	**O HALDE**	RA yok
60	**EĞER**	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
61	**EĞER**	Yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük	**O HALDE**	Orta RA
62	**EĞER**	Yüksek	Düşük	Yüksek	Orta	**O HALDE**	Orta RA
63	**EĞER**	Yüksek	Düşük	Yüksek	Yüksek	**O HALDE**	Orta RA
64	**EĞER**	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük	**O HALDE**	RA yok
65	**EĞER**	Yüksek	Orta	Düşük	Orta	**O HALDE**	RA yok
66	**EĞER**	Yüksek	Orta	Düşük	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
67	**EĞER**	Yüksek	Orta	Orta	Düşük	**O HALDE**	Düşük RA
68	**EĞER**	Yüksek	Orta	Orta	Orta	**O HALDE**	Düşük RA
69	**EĞER**	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	**O HALDE**	Düşük RA
70	**EĞER**	Yüksek	Orta	Yüksek	Düşük	**O HALDE**	Yüksek RA
71	**EĞER**	Yüksek	Orta	Yüksek	Orta	**O HALDE**	Yüksek RA

72	**EĞER**	Yüksek	Orta	Yüksek	Yüksek	**O HALDE**	Yüksek RA
73	**EĞER**	Yüksek	Yüksek	Düşük	Düşük	**O HALDE**	RA yok
74	**EĞER**	Yüksek	Yüksek	Düşük	Orta	**O HALDE**	RA yok
75	**EĞER**	Yüksek	Yüksek	Düşük	Yüksek	**O HALDE**	RA yok
76	**EĞER**	Yüksek	Yüksek	Orta	Düşük	**O HALDE**	Orta RA
77	**EĞER**	Yüksek	Yüksek	Orta	Orta	**O HALDE**	Orta RA
78	**EĞER**	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek	**O HALDE**	Orta RA
79	**EĞER**	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük	**O HALDE**	Yüksek RA
80	**EĞER**	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	**O HALDE**	Yüksek RA
81	**EĞER**	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	**O HALDE**	Yüksek RA

Matlab'ta hazırlanan kural tablosu Şekil 5.7'de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Matlab kural tablosu

5.5. RA Hastalığının Teşhisi İçin Çıkarım Tablosu

Tasarlanan sistem, hastalık teşhisine karar vereceği sırada, yapılan hesaplamalardan sonra elde edilen üç veriye kullanmaktadır. Bunlar; hastanın kan değerleri girildikten sonra elde edilen BUS sonucu olan RA seviyesi, uzman hekim yardımı ile belirlenen 10 soruluk hastanın öyküsü anketinden elde edilen 0-100 arasında değer alan hastanın öykü sonucu ve hastalık teşhisinde önemli bir yere sahip antikor

testlerinden olan Anti-CCP değeridir. Oluşturulan bulanık uzman sistem; elde edilen bu değerleri kullanarak, uzman yardımıyla hazırlanan Çizelge 5.4'te gösterilen hastalık çıkarım tablosundan bir karara vararak hastalık teşhisi yapmaktadır.

Çizelge 5.4. Hastalık çıkarım tablosu

RA SEVİYESİ (BUS SONUCU)	ÖYKÜ SONUCU	ANTİ CCP	SONUÇ
0-40	0-25	NEGATİF	Hasta RA hastası değildir.
	25-50		Hasta RA hastası değildir.
	50-75		Hasta RA hastadır. Laboratuvar sonuçları normal gözükse de öykü sonucuna göre RA hastası olduğu görülmektedir.
	75-100		Hasta RA hastadır. Laboratuvar sonuçları normal gözükse de öykü sonucuna göre hastanın şiddetli ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir.
	0-25	POZİTİF	Hasta RA hastası değildir. Ancak erken evre Romatoid artrit hastalığı geçirme ve ilerde Romatoid artrit gelişme ihtimali mevcuttur. American College of Rheumatology'e göre Anti-CCP antikorları pozitif olan kişilerde ileride % 95 olasılıkla Romatoid Artrit gelişecektir.
	25-50		Hasta RA hastası değildir. Ancak erken evre Romatoid artrit hastalığı geçirme ve ilerde Romatoid artrit gelişme ihtimali mevcuttur. American College of Rheumatology'e göre Anti-CCP antikorları pozitif olan kişilerde ileride % 95 olasılıkla Romatoid Artrit gelişecektir.
	50-75		Hasta RA hastadır. Laboratuvar sonuçları normal gözükse de öykü sonucuna göre hastanın ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir. Ayrıca Anti-CCP pozitifliği de hastanın RA hastası olduğunu destekler niteliktedir.
	75-100		Hasta RA hastadır. Laboratuvar sonuçları normal gözükse de öykü sonucuna göre hastanın şiddetli ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir. Ayrıca Anti-CCP pozitifliği de hastanın RA hastası olduğunu destekler niteliktedir.
40-60	0-25	NEGATİF	Hasta RA hastasıdır.
	25-50		Hasta RA hastasıdır.
	50-75		Hasta RA hastasıdır. Öykü sonucuna göre hastanın ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir.
	75-100		Hasta RA hastasıdır. Öykü sonucuna göre hastanın şiddetli ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir.

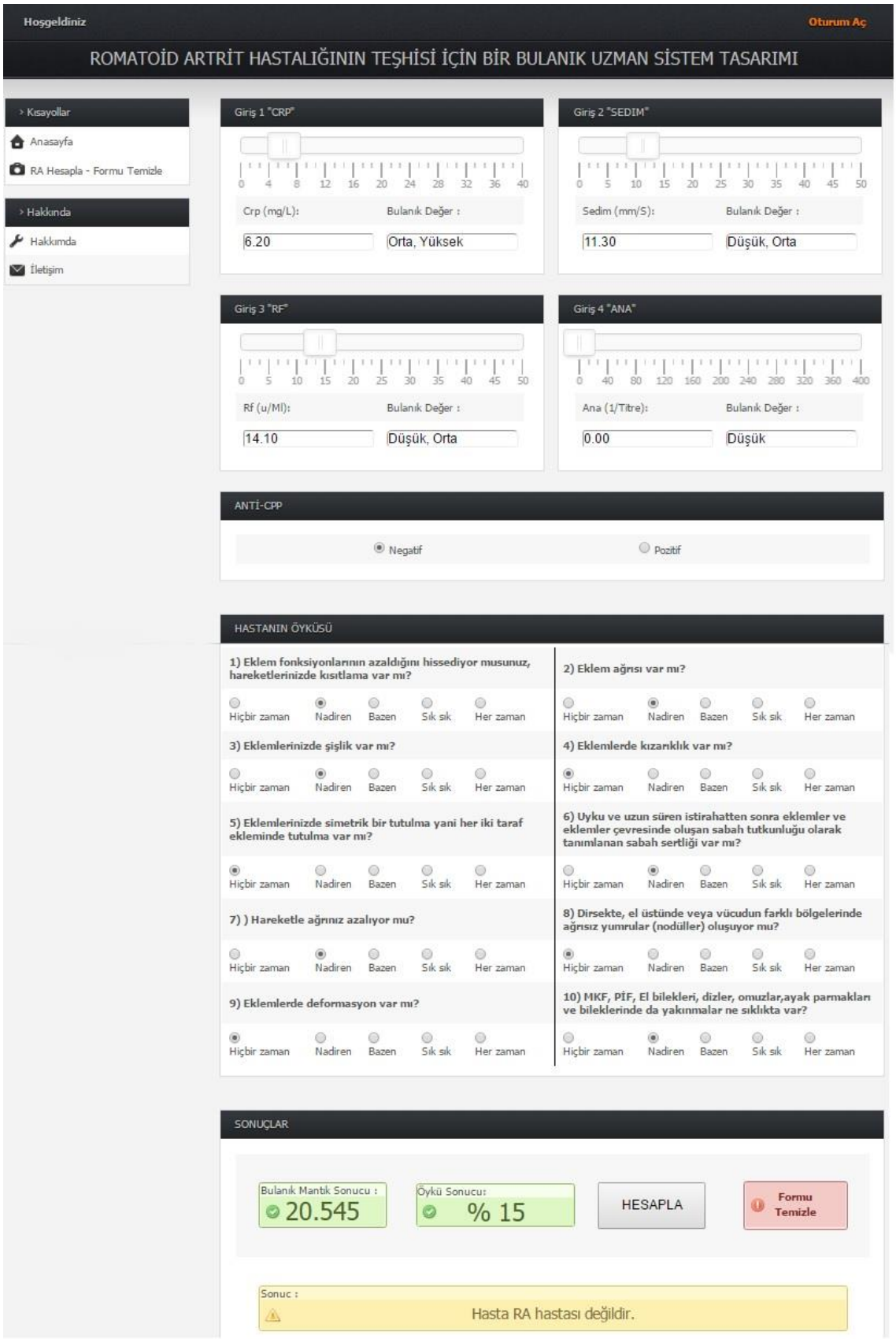
	0-25	POZİTİF	Hasta RA hastasıdır.
	25-50		Hasta RA hastasıdır.
	50-75		Hasta RA hastasıdır. Öykü sonucuna göre hastanın ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir. Ayrıca Anti-CCP ve RF pozitifliği de hastanın RA hastası olduğunu destekler niteliktedir.
	75-100		Hasta RA hastasıdır. Öykü sonucuna göre hastanın şiddetli ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir. Ayrıca Anti-CCP ve RF pozitifliği de hastanın RA hastası olduğunu destekler niteliktedir.
60-80	0-25	NEGATİF	Hasta RA hastasıdır.
	25-50		Hasta RA hastasıdır.
	50-75		Hasta RA hastasıdır. Öykü sonucuna göre hastanın ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir.
	75-100		Hasta RA hastasıdır. Öykü sonucuna göre hastanın şiddetli ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir.
	0-25	POZİTİF	Hasta RA hastasıdır.
	25-50		Hasta RA hastasıdır.
	50-75		Hasta RA hastasıdır. Öykü sonucuna göre hastanın ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir. Ayrıca Anti-CCP ve RF pozitifliği de hastanın RA hastası olduğunu destekler niteliktedir.
	75-100		Hasta RA hastasıdır. Öykü sonucuna göre hastanın şiddetli ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir. Ayrıca Anti-CCP ve RF pozitifliği spesifiklik açısından hastanın RA hastası olduğunu destekler niteliktedir.
80-100	0-25	NEGATİF	Hasta RA hastasıdır.
	25-50		Hasta RA hastasıdır.
	50-75		Hasta şiddetli RA hastasıdır. Öykü sonucuna göre hastanın ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir.
	75-100		Hasta şiddetli RA hastasıdır. Öykü sonucuna göre hastanın şiddetli ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir.
	0-25	POZİTİF	Hasta RA hastasıdır. Ayrıca Anti-CCP ve RF pozitifliği spesifiklik açısından hastanın RA hastası olduğunu destekler niteliktedir.
	25-50		Hasta RA hastasıdır. Ayrıca Anti-CCP ve RF pozitifliği spesifiklik açısından hastanın RA hastası olduğunu destekler niteliktedir.
	50-75		Hasta şiddetli RA hastasıdır. Öykü sonucuna göre hastanın ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir. Ayrıca Anti-CCP ve RF pozitifliği spesifiklik açısından hastanın RA hastası olduğunu destekler niteliktedir.
	75-100		Hasta şiddetli RA hastasıdır. Öykü sonucuna göre hastanın şiddetli ağrısı vardır ve hastalığın aktivitesi yüksektir. Ayrıca Anti-CCP ve RF pozitifliği spesifiklik açısından hastanın RA hastası olduğunu destekler niteliktedir.

5.6. Sistem Ara Yüzünün Tanıtılması

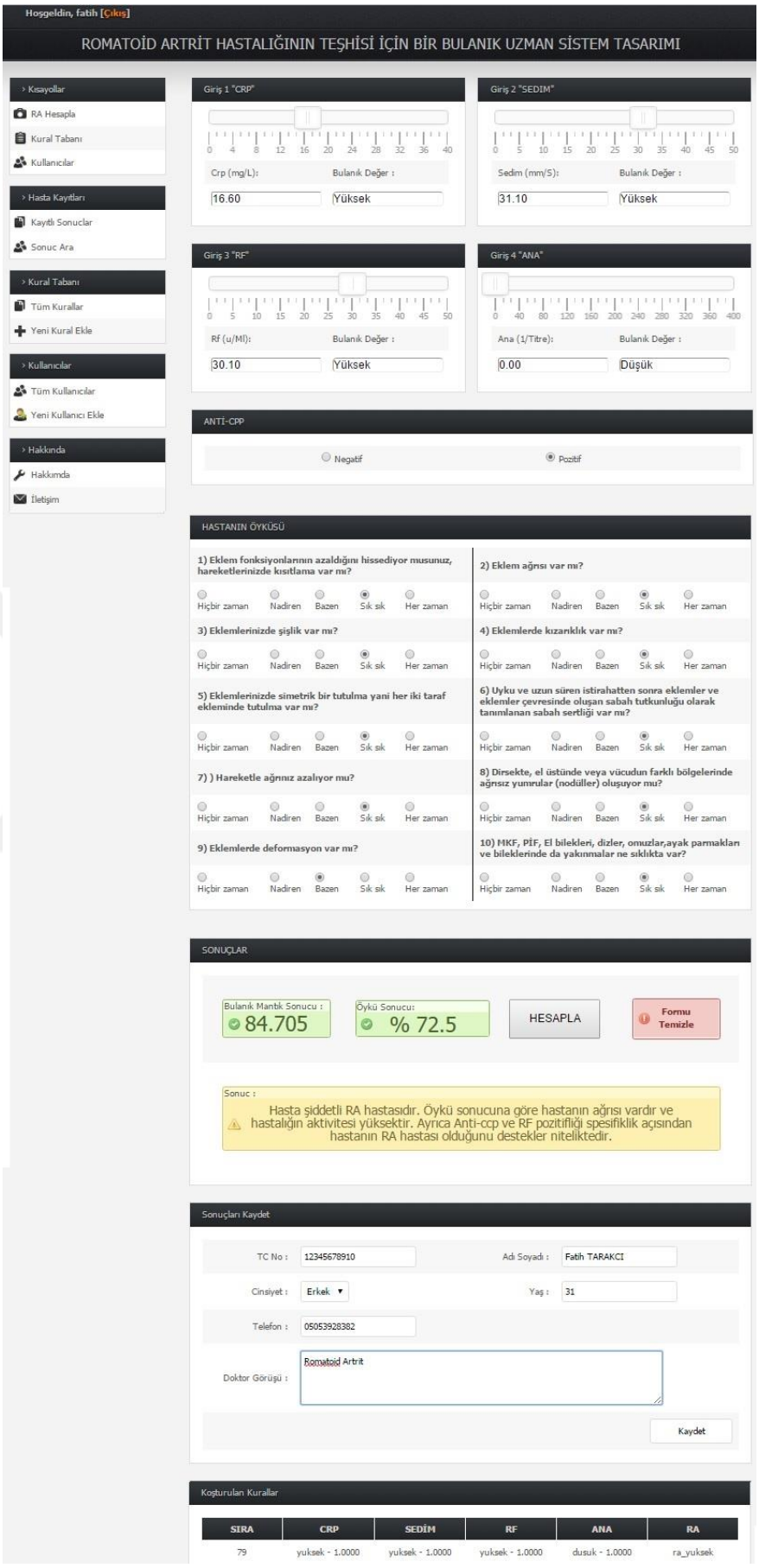
Romatoid Artrit hastalığının teşhisi için PHP programlama dili kullanılarak web ortamında hazırlanan bulanık uzman sistem, hastaların ve yetkili kullanıcıların kullanacağı iki farklı ara yüz olarak tasarlanmıştır. Hastalar için tasarlanan ara yüzde, hastaların yalnızca hastalık teşhislerini yapabilmeleri sağlanmıştır. Yetkili kullanıcılar ise kullanıcı adı ve şifreleriyle oturum açarak aşağıda belirtilen işlemleri yapabilirler.

1) Romatoid Artrit hastalığının teşhisi
2) Hasta sonuçlarını kaydetme
3) Hasta sonuçlarını görüntüleme, yazdırma, düzenleme ve silme
4) Yeni kullanıcı ekleme ve silme
5) Kural tabanında değişiklik yapabilme ve yeni kural ekleme
6) Koşturulan kuralları ve üyelik derecelerini görüntüleme

Programımızın çalışma prensibini inceleyecek olursak Şekil 5.8. ve 5.9.'dan da anlaşılacağı üzere programımız iki aşamalı çalışmaktadır. Öncelikle sisteme hastanın kan sayım sonuçları girilecek, ardından hastalık öyküsü ile ilgili soruların cevapları alınacaktır. Sistem elde edilen sonuçlardan Çizelge 5.4'te hastalık çıkarım tablosunu kullanarak bir sonuca ulaşacak ve hastalık teşhisini yapacaktır.

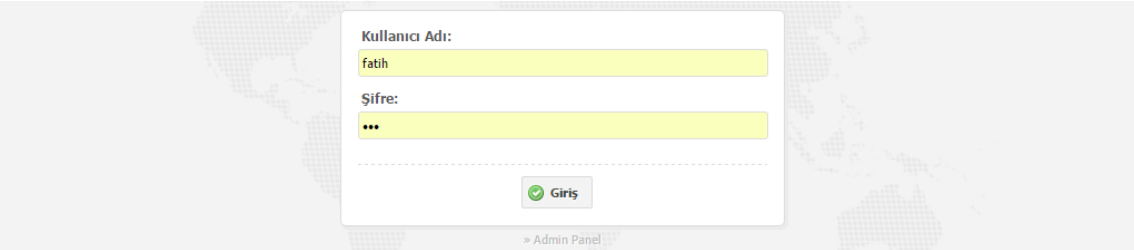


Şekil 5.8. Hastalar tarafından kullanılan web ara yüzü



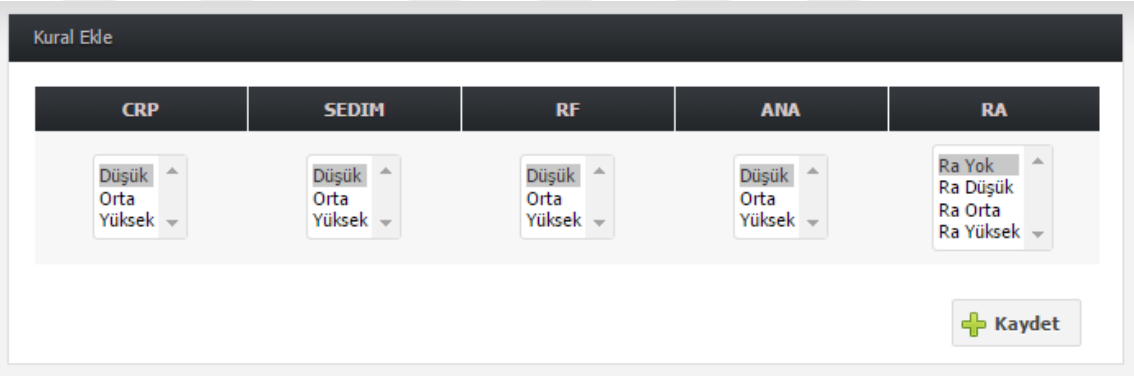
Şekil 5.9. Yetkili kullanıcı ara yüzü

Yetkili kullanıcıların giriş ekranı görüntüsü Şekil 5.10'da gösterilmektedir.



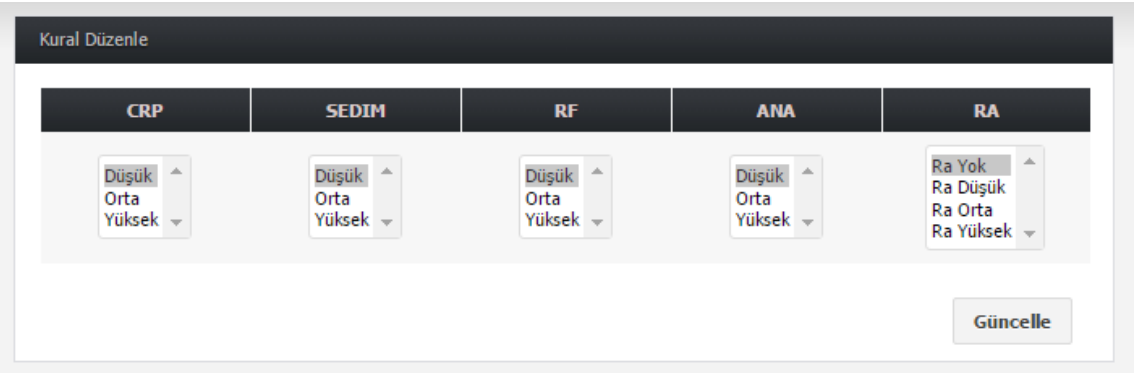
Şekil 5.10. Yetkili kullanıcı giriş ekranı

Yetkili kullanıcıların kural tablosuna yeni kurallar ekleyebilecekleri sayfanın ekran görüntüsü Şekil 5.11'de gösterilmektedir.



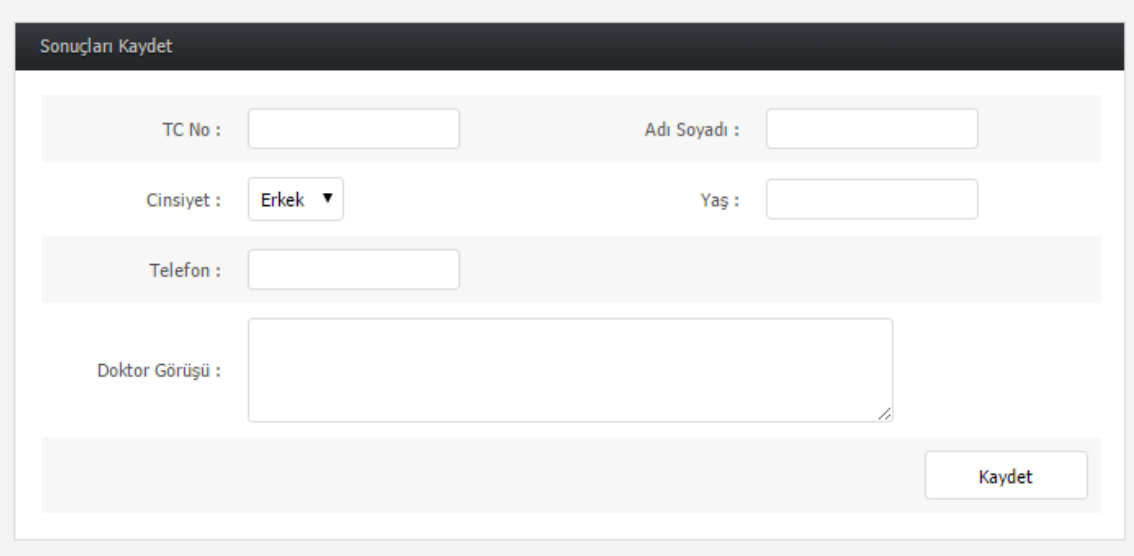
Şekil 5.11. Kural ekleme ekranı

Yetkili kullanıcıların kural tablosundaki kuralları güncelleyebileceği sayfanın ekran görüntüsü Şekil 5.12'de gösterilmektedir.



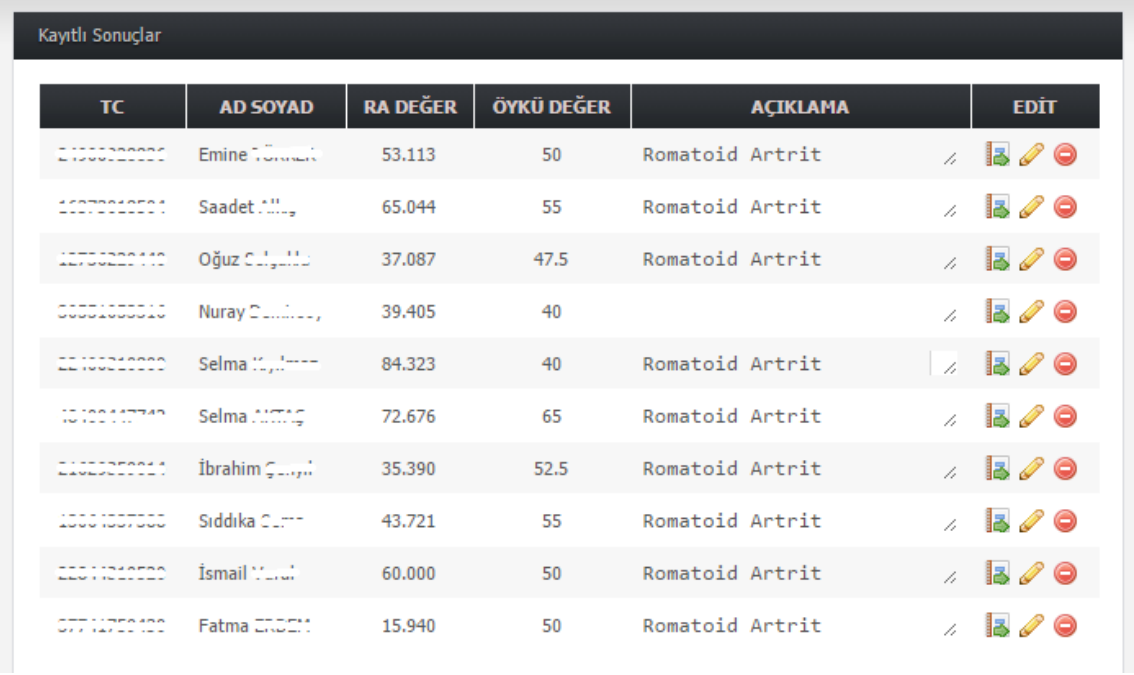
Şekil 5.12. Kural güncelleme ekranı

Yetkili kullanıcıların hasta sonuçlarını kaydedebileceği sayfanın ekran görüntüsü Şekil 5.13'te gösterilmektedir.

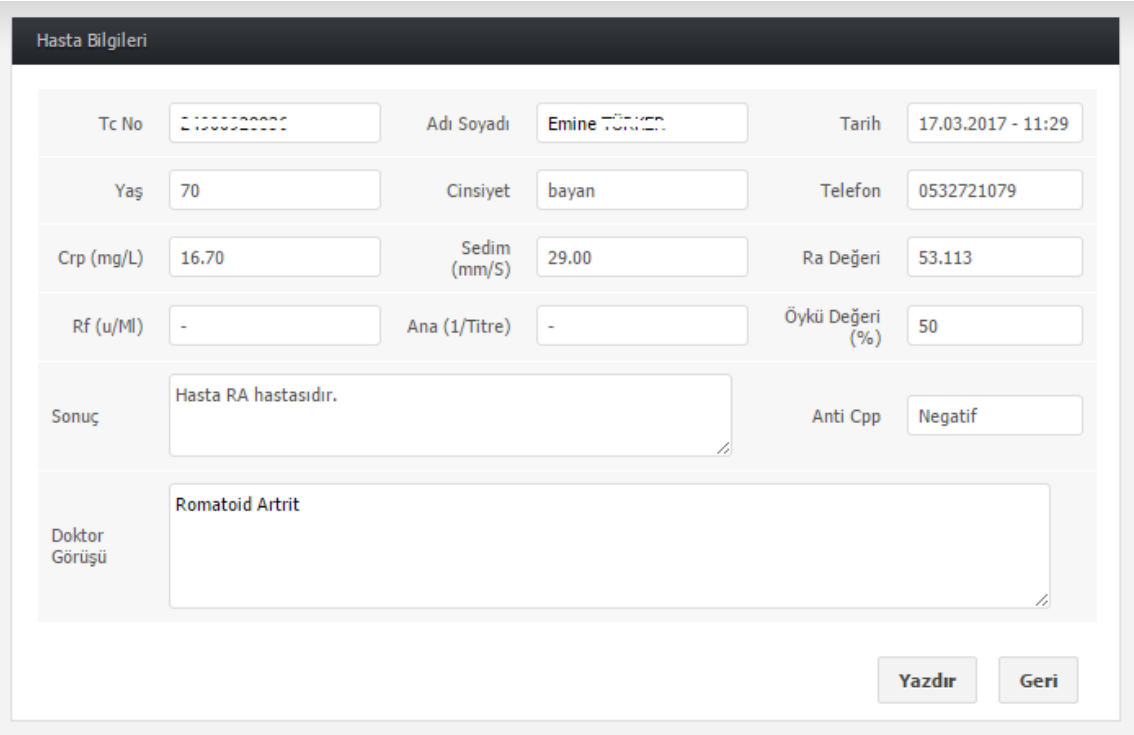


Şekil 5.13. Hasta sonuçlarını kayıt ekranı

Yetkili kullanıcıların kayıtlı hasta sonuçlarını görüntüleyebileceği sayfanın ekran görüntüsü Şekil 5.14 ve 5.15'te gösterilmektedir.

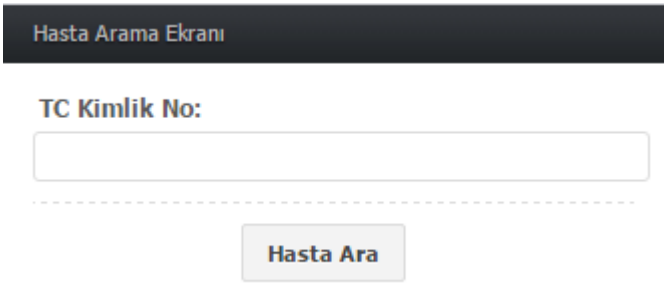


Şekil 5.14. Kayıtlı hasta sonuçlarını görüntüleme ekranı



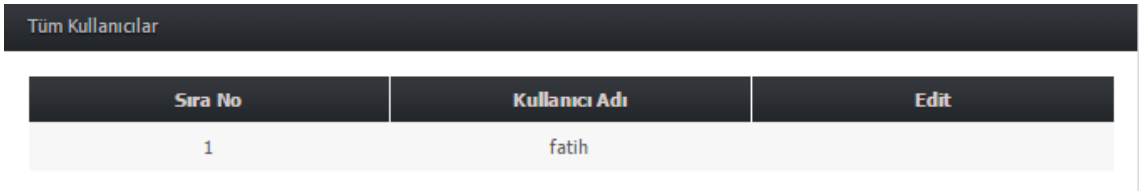
Şekil 5.15. Kayıtlı hasta sonuçlarını ayrıntılı görüntüleme ekranı

Yetkili kullanıcıların T.C. Kimlik numarası ile hasta araması yapabilecekleri ekran Şekil 5.16'da gösterilmektedir.



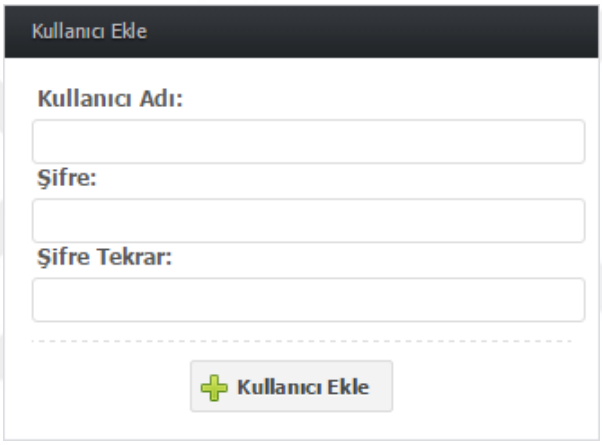
Şekil 5.16. Hasta arama ekranı

Sistemi kullanan tüm yetkili kullanıcıların görüntülendiği ekran Şekil 5.17'de gösterilmektedir.



Şekil 5.17. Tüm kullanıcıları görüntüleme ekranı

Sisteme yeni kullanıcı ekleme ekranı Şekil 4.18'de gösterilmektedir.



Şekil 5.18. Yeni kullanıcı ekleme ekranı

5.7. Uygulama Örnekleri

Romatoid Artrit hastalığının teşhisi için tasarlanan bulanık uzman sisteme ait üç adet uygulama örneğine yer verilmiştir. Birinci örnekte BUS'ın yapısı, ikinci örnekte hastanın öyküsünü bulan anket yapısı detaylı bir şekilde ele alınarak anlatılmıştır. Üçüncü örnekte ise gerçek bir hastanın, hastalık teşhisinin nasıl yapıldığı örneklendirilmiştir.

5.7.1. Uygulama örneği 1

Bu örnekte BUS'ın çalışma yapısı örnek veriler kullanılarak ele alınmıştır. Hastanın kan sonuçları kullanılarak denklem 5.1'de verilen basitleştirilmiş ağırlık merkezi formülüne göre durulaştırılarak hesaplama yapılmış ve bulanık uzman sistemin

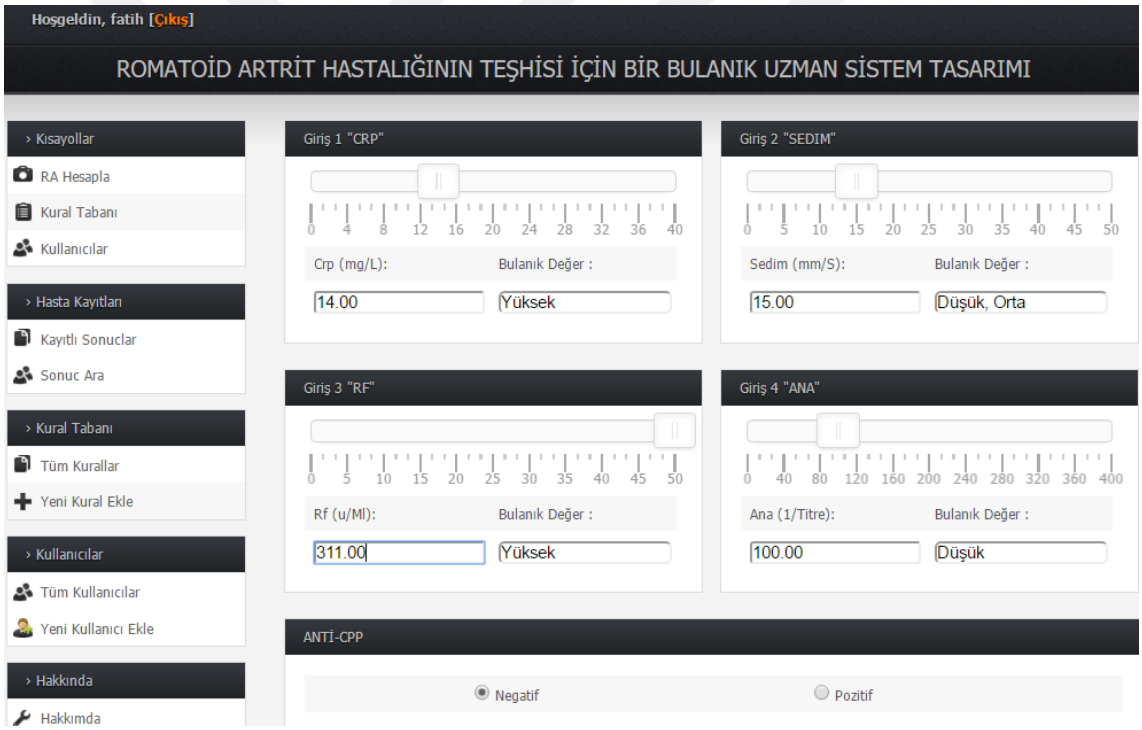
verdiği sonuçla karşılaştırılmıştır. Sonuçların birbirlerine oldukça yakın olduğu görülmüştür. BUS'ın ürettiği sonuç ise sistemin kararlılığı ve tutarlığını teyit etmek amacıyla Matlab'la karşılaştırılmıştır.

Uygulama örneği 1 için kullanılacak hasta kan sayım sonuçlarına Çizelge 5.5'te yer verilmiştir.

Çizelge 5.5. Uygulama örneği 1 için hasta kan sayım sonuçları

CRP (mg/l)	Sedim (mm/s)	RF(u/ml)	ANA (1/titre)	Anti-CCP (n/p)
14	15	311	100	Negatif

Tasarlanan web ara yüzüne hasta kan sayım sonuçlarının girildiği ekran Şekil 5.19'da gösterilmiştir.



Şekil 5.19. Uygulama örneği 1 için veri giriş ekranı

Tasarlanan sisteme yukarıdaki değerler girilmiş ve sistem tarafından hesaplanan BUS sonucu 72.676 olarak bulunmuştur.

CRP (mg/l) için 14 değeri girildiğinde yüksek bulanık kümesini kesmiştir.

Sedim (mm/s) için 15 değeri girildiğinde düşük ve orta bulanık kümelerini kesmiştir.

RF (u/ml) için 311 değeri girildiğinde yüksek bulanık kümelerini kesmiştir.

ANA (1/titre) için 100 değeri girildiğinde düşük bulanık kümesini kesmiştir.

Anti-CCP negatif olarak girilmiştir.

Kesilen kümelerin kullanılmasıyla aşağıda gösterildiği gibi 1*2*1*1 = 2 kural koşturulmuştur. Bu kurallar 61. ve 70. kurallardır.


Koşturulan Kurallar

SIRA	CRP	SEDİM	RF	ANA	RA
61	yuksek - 1.0000	dusuk - 0.5000	yuksek - 1.0000	dusuk - 0.7500	ra_orta
70	yuksek - 1.0000	orta - 0.5000	yuksek - 1.0000	dusuk - 0.7500	ra_yuksek

Şekil 5.20. Uygulama örneği 1 için koşturulan kurallar ve üyelik dereceleri

Kural 61:

EĞER *CRP= Yüksek* ***VE*** *Sedim= Düşük* ***VE*** *RF= Yüksek* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE *RA seviyesi=Orta RA*

Kural 70:

EĞER *CRP= Yüksek* ***VE*** *Sedim= Orta* ***VE*** *RF= Yüksek* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE

RA seviyesi=Yüksek RA

Girilen parametrelerin hangi bulanık kümeye ait oldukları belirlendikten sonra o bulanık kümeye ait üyelik dereceleri hesaplandı ve Çizelge 5.6'da gösterildi. Koşturulan her bir kuralın çıkışına ait üyelik fonksiyonunun üyelik derecesi VE bağlacı kullanıldığı için girişlerin minimumu alındı.

Çizelge 5.6. Uygulama örneği 1 İçin koşturulan kurallar ve üyelik dereceleri

KURAL	CRP	ÜYELİK DERECESİ SEDİM		ÜYELİK DERECESİ RF		ÜYELİK DERECESİ ANA		ÜYELİK DERECESİ ÇIKIŞ		ÜYELİK DERECESİ (MİN) MAX
61	Yüksek	1	Düşük	0.5	Yüksek	1	Düşük	0.75	RA Orta	0.5	**0.5**
70	Yüksek	1	Orta	0.5	Yüksek	1	Düşük	0.75	RA Yüksek	0.5	**0.5**

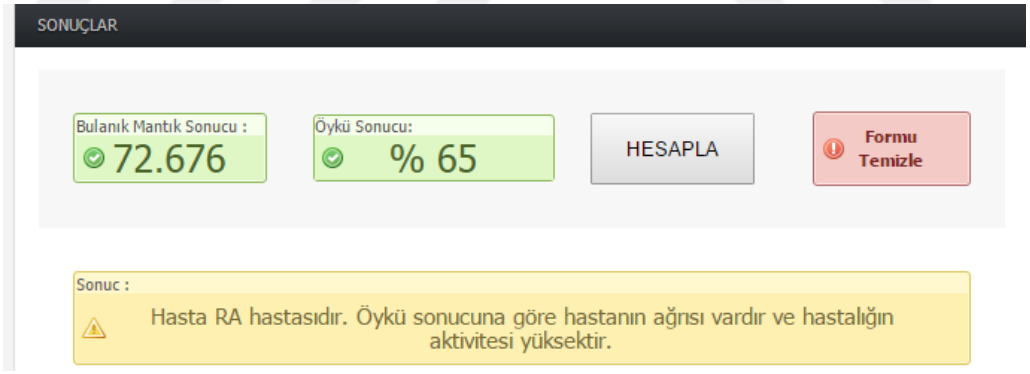
Koşturulan kurallar arasında minimumların maksimumu metodu kullanılarak hesaplama aşağıdaki gibi yapıldı. Durulaştırma metodu olarak ağırlık merkezi metodu kullanıldı.

Ağırlık merkezi metodunun basitleştirilmiş formülü denklem 5.1'de gösterilmiştir (Altan, 2011).

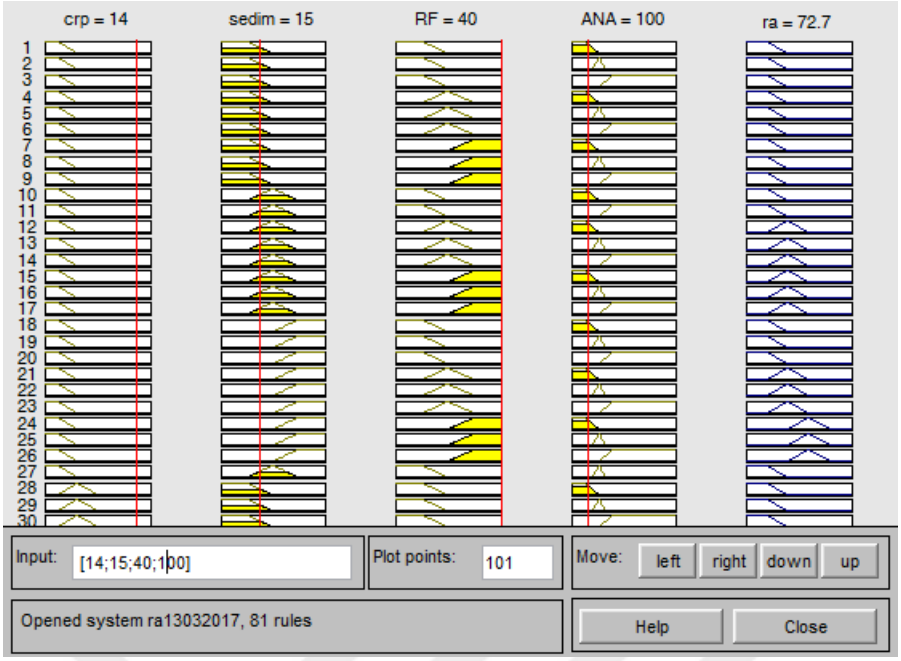
Ağırlık merkezi= [(Orta RA Tepe Nok.) * Max (Orta RA) + (Yüksek RA Tepe Nok.) * Max (Yüksek RA)] / [Max (Orta RA) + Max (Yüksek RA)] (5.1)

Ağırlık merkezi = [(60*0.5) + (80*0.5)] / [(0.5)+(0.5)] = (30 + 40) / (1) = (70 / 1) = 70

Hesaplama sonucu 70 olarak bulunmuştur. Bulanık uzman sistemin bulduğu sonuç 72.676 ve Matlab'ta bulunan sonuç 72.7'dir. Denklem 5.1'de gösterilen basitleştirilmiş ağırlık merkezi formülüne göre hesaplanan sonuçla, BUS ve Matlab sonuçları arasındaki küçük fark, ağırlık merkezi hesabının kolaylaşması açısından, basitleştirilmiş yöntemle hesaplama yapılıp integral ile hesaplama yapılmamasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 5.21. Uygulama örneği 1 için BUS sonuç ekranı



Şekil 5.22. Uygulama örneği 1 için Matlab sonuç ekranı

5.7.2. Uygulama örneği 2

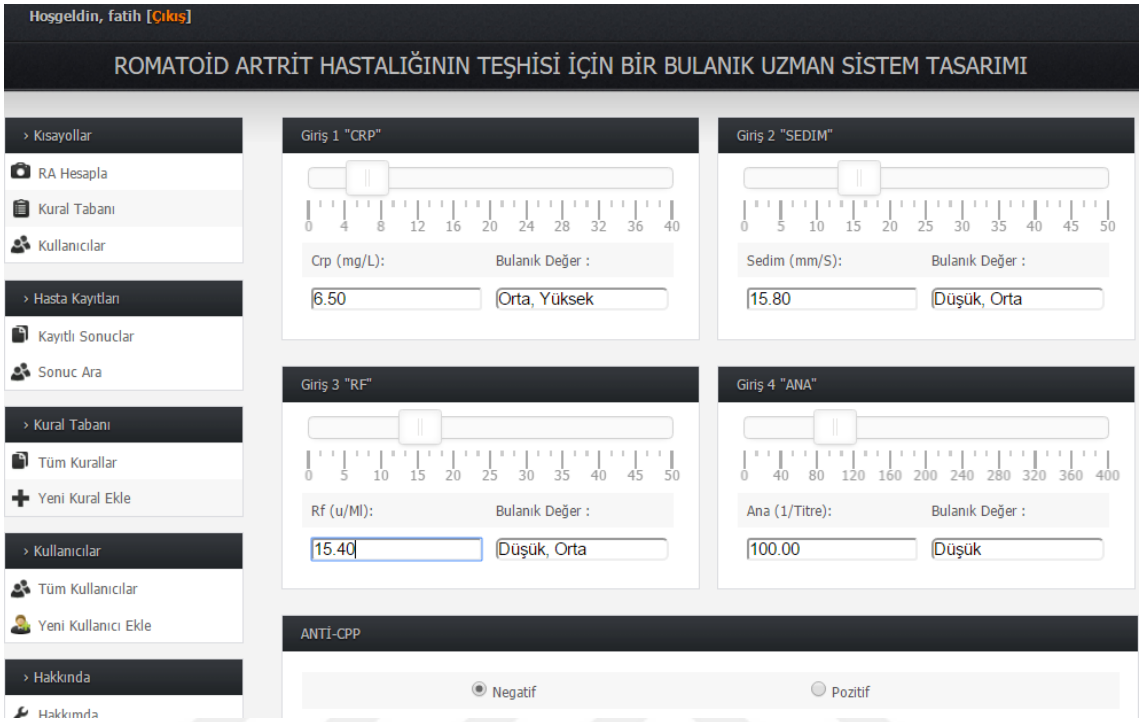
Bu örnekte BUS'ın çalışma yapısının yanı sıra hastanın tıbbi öyküsünü hesaplayan anket yapısına örnek veriler kullanılarak değinilecektir.

Uygulama örneği 2 için kullanılacak hasta kan sayım sonuçlarına Çizelge 5.7'de yer verilmiştir.

Çizelge 5.7. Uygulama örneği 2 için hasta kan sayım sonuçları

CRP (mg/l)	Sedim (mm/s)	RF(u/ml)	ANA (1/titre)	Anti-CCP (n/p)
6.50	15.80	15.40	100	Negatif

Tasarlanan web ara yüzüne hasta kan sayım sonuçlarının girildiği ekran Şekil 5.23'de gösterilmiştir.



Şekil 5.23. Uygulama örneği 2 için veri giriş ekranı

Tasarlanan sisteme yukarıdaki değerler girilmiş ve sistem tarafından hesaplanan bulanık mantık sonucu 64.415 olarak bulunmuştur.

CRP (mg/l) için 6.50 değeri girildiğinde orta ve yüksek bulanık kümelerini kesmiştir.

Sedim (mm/s) için 15.80 değeri girildiğinde düşük ve orta bulanık kümelerini kesmiştir.

RF (u/ml) için 15.40 değeri girildiğinde düşük ve orta bulanık kümelerini kesmiştir.

ANA (1/titre) için 100 değeri girildiğinde düşük bulanık kümesini kesmiştir.

Anti-CCP negatif olarak girilmiştir.

Kesilen kümelerin kullanılmasıyla aşağıda gösterildiği gibi 2*2*2*1 = 8 kural koşturulmuştur. Bu kurallar 28, 31,37, 40, 55, 58, 64. ve 67. kurallardır.

Koşturulan Kurallar

SIRA	CRP	SEDİM	RF	ANA	RA
28	orta - 0.5000	dusuk - 0.4200	dusuk - 0.4600	dusuk - 0.7500	ra_yok
31	orta - 0.5000	dusuk - 0.4200	orta - 0.5400	dusuk - 0.7500	ra_yok
37	orta - 0.5000	orta - 0.5800	dusuk - 0.4600	dusuk - 0.7500	ra_yok
40	orta - 0.5000	orta - 0.5800	orta - 0.5400	dusuk - 0.7500	ra_dusuk
55	yuksek - 0.5000	dusuk - 0.4200	dusuk - 0.4600	dusuk - 0.7500	ra_yok
58	yuksek - 0.5000	dusuk - 0.4200	orta - 0.5400	dusuk - 0.7500	ra_yok
64	yuksek - 0.5000	orta - 0.5800	dusuk - 0.4600	dusuk - 0.7500	ra_yok
67	yuksek - 0.5000	orta - 0.5800	orta - 0.5400	dusuk - 0.7500	ra_dusuk

Şekil 5.24. Uygulama örneği 2 için koşturulan kurallar ve üyelik dereceleri

Kural 28:

EĞER *CRP= Orta* ***VE*** *Sedim= Düşük* ***VE*** *RF= Düşük* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE *RA seviyesi=RA yok*

Kural 31:

EĞER *CRP= Orta* ***VE*** *Sedim= Düşük* ***VE*** *RF= Orta* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE *RA seviyesi= RA yok*

Kural 37:

EĞER *CRP= Orta* ***VE*** *Sedim= Orta* ***VE*** *RF= Düşük* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE *RA seviyesi= RA yok*

Kural 40:

EĞER *CRP= Orta* ***VE*** *Sedim= Orta* ***VE*** *RF= Orta* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE *RA seviyesi= Düşük RA*

Kural 55:

EĞER *CRP= Yüksek* ***VE*** *Sedim= Düşük* ***VE*** *RF= Düşük* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE *RA seviyesi= RA yok*

Kural 58:

EĞER *CRP= Yüksek* ***VE*** *Sedim= Düşük* ***VE*** *RF= Orta* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE *RA seviyesi=RA yok*

Kural 64:

EĞER *CRP= Yüksek* ***VE*** *Sedim= Orta* ***VE*** *RF= Düşük* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE *RA seviyesi=RA yok*

Kural 67:

EĞER *CRP= Yüksek* ***VE*** *Sedim= Orta* ***VE*** *RF=Orta* ***VE*** *ANA= Düşük*

O HALDE *RA seviyesi=Düşük RA*

Girilen parametrelerin hangi bulanık kümeye ait oldukları belirlendikten sonra o bulanık kümeye ait üyelik dereceleri hesaplandı ve Çizelge 5.8'de gösterildi. Koşturulan her bir kuralın çıkışına ait üyelik fonksiyonunun üyelik derecesi VE bağlacı kullanıldığı için girişlerin minimumu alındı.

Çizelge 5.8. Uygulama örneği 2 için koşturulan kurallar ve üyelik dereceleri

KURAL	CRP	ÜYELİK DERECESİ	SEDİM	ÜYELİK DERECESİ	RF	ÜYELİK DERECESİ	ANA	ÜYELİK DERECESİ	ÇIKIŞ	ÜYELİK DERECESİ (MİN)	MAX
28	Orta	0.5	Düşük	0.42	Düşük	0.46	Düşük	0.75	RA Yok	0.42	
31	Orta	0.5	Düşük	0.42	Orta	0.54	Düşük	0.75	RA Yok	0.42	
37	Orta	0.5	Orta	0.58	Düşük	0.46	Düşük	0.75	RA Yok	0.46	**0.46**
55	Yüksek	0.5	Düşük	0.42	Düşük	0.46	Düşük	0.75	RA Yok	0.42	
58	Yüksek	0.5	Düşük	0.42	Orta	0.54	Düşük	0.75	RA Yok	0.42	
64	Yüksek	0.5	Orta	0.58	Düşük	0.46	Düşük	0.75	RA Yok	0.46	
40	Orta	0.5	Orta	0.58	Orta	0.54	Düşük	0.75	RA Düşük	0.5	**0.5**
67	Yüksek	0.5	Orta	0.58	Orta	0.54	Düşük	0.75	RA Düşük	0.5	

Koşturulan kurallar arasında minimumların maksimumu metodu kullanılarak hesaplama aşağıdaki gibi yapıldı. Durulaştırma metodu olarak ağırlık merkezi metodu kullanıldı.

Ağırlık merkezi= [(RA yok Tepe Nok.) * Max (RA yok) + (Düşük RA Tepe Nok.) * Max (Düşük RA) +] / [Max (RA yok) + Max (Düşük RA)]

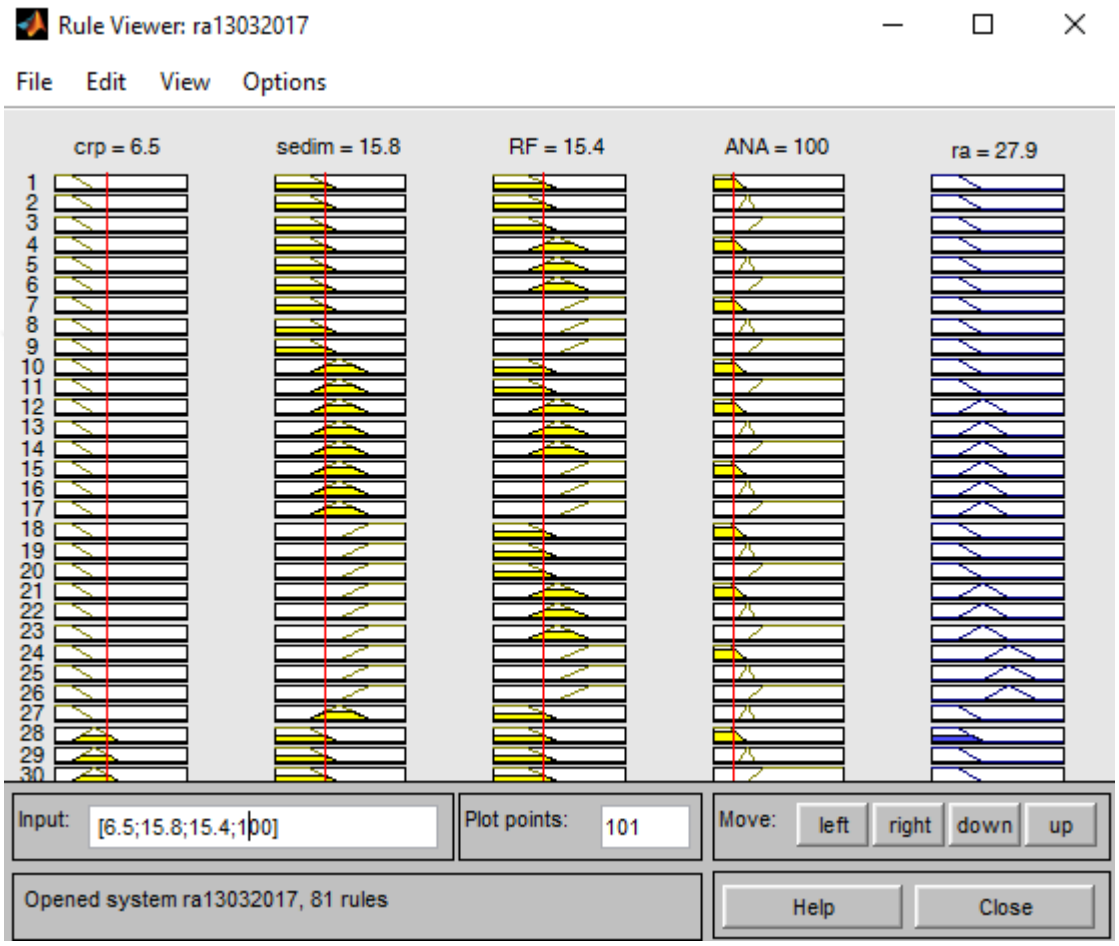
Ağırlık merkezi = [(20*0.46) + (40*0.5)] / [(0.46)+(0.50)]

= (9.2 + 20) / (0.96)

= (29.2 / 0.96) = 30.41

Hesaplama sonucu 30.41 olarak bulunmuştur. Bulanık uzman sistemin bulduğu sonuç 27.904 ve Matlab'ta bulunan sonuç 27.9'dur. Bus ve Matlab'ta bulunan sonuçların

oldukça yakın olduğu görülmüştür. Denklem 5.1'de gösterilen basitleştirilmiş ağırlık merkezi formülüne göre hesaplanan sonuçla, BUS ve Matlab sonuçları arasındaki küçük fark, ağırlık merkezi hesabının kolaylaşması açısından, basitleştirilmiş yöntemle hesaplama yapılıp integral ile hesaplama yapılmamasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 5.25. Uygulama örneği 2 için Matlab sonuç ekranı

Hastanın öyküsü bölümünde hastaya 10 adet soru sorulmaktadır. 10 soru likert ölçeğine göre hazırlanmış olup her soru 0 ile 4 puan arasında derecelendirilmiştir. Hastalar sorulara;

a) Hiçbir zaman (0 puan)

b) Nadiren (1 puan)

c) Bazen (2 puan)

d) Sık sık (3 puan)

e) Her zaman (4 puan) şeklinde cevaplar verebilmektedir.



Şekil 5.26. Uygulama örneği 2 için hastanın öykü ekranı

10 soru üzerinden incelenen hasta öyküsü anket sorularının toplam değeri 0 ile 40 arasında değer almaktadır. Örneğin; hasta a) Hiçbir zaman seçeneğini işaretlerse 0 (sıfır) puan almaktadır, b)Nadiren seçeneğini işaretlerse 1 (bir) puan almaktadır, c) Bazen seçeneğini işaretlerse 2 (iki) puan almaktadır, d) Sık sık seçeneğini işaretlerse 3(üç) puan almaktadır ve d) Her zaman seçeneğini işaretlerse 4 (dört) puan almaktadır. 0 ile 40 arasında aldığı puanlar yüzdelik karşılığına çevrilerek bir sonuç elde edilmektedir. Hastanın sorulara verdiği cevapları aşağıdaki örnekte inceleyecek olursak, hasta;

1.Soruya Bazen cevabını vererek ölçeğe göre 2 puan almıştır.

2.Soruya Nadiren cevabını vererek ölçeğe göre 1 puan almıştır.

3.Soruya Nadiren cevabını vererek ölçeğe göre 1 puan almıştır.

4.Soruya Hiçbir zaman cevabını vererek ölçeğe göre 0 puan almıştır.

5.Soruya Bazen cevabını vererek ölçeğe göre 2 puan almıştır.

6.Soruya Nadiren cevabını vererek ölçeğe göre 1 puan almıştır.

7.Soruya Nadiren cevabını vererek ölçeğe göre 1 puan almıştır.

8.Soruya Hiçbir zaman cevabını vererek ölçeğe göre 0 puan almıştır.

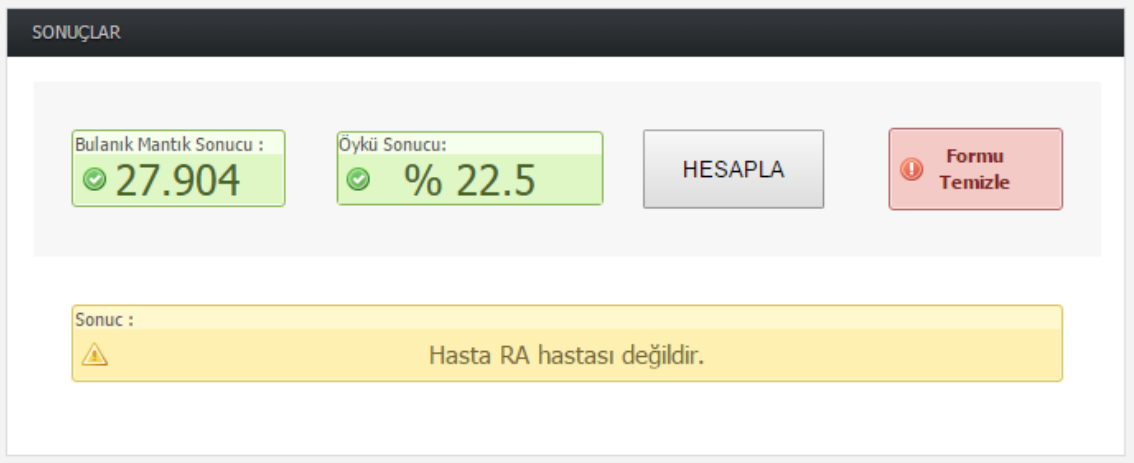
9.Soruya Hiçbir zaman cevabını vererek ölçeğe göre 0 puan almıştır.

10.Soruya Nadiren zaman cevabını vererek ölçeğe göre 1 puan almıştır.

Hasta öykü bölümünden toplamda 9 puan almıştır. Ölçeğimiz 0 ile 40 arasında olduğuna göre hastanın öykü sonucunu bulmak için bulunan sonuç 0-100 arasında denklem 5.2'ye göre normalize edilmektedir.

Öykü sonucu = 100 * (Hastanın öyküden aldığı puan) / 40 (5.2)

Uygulama örneği 2 için öykü sonucu= (100 * 9) / 40 = 22,5

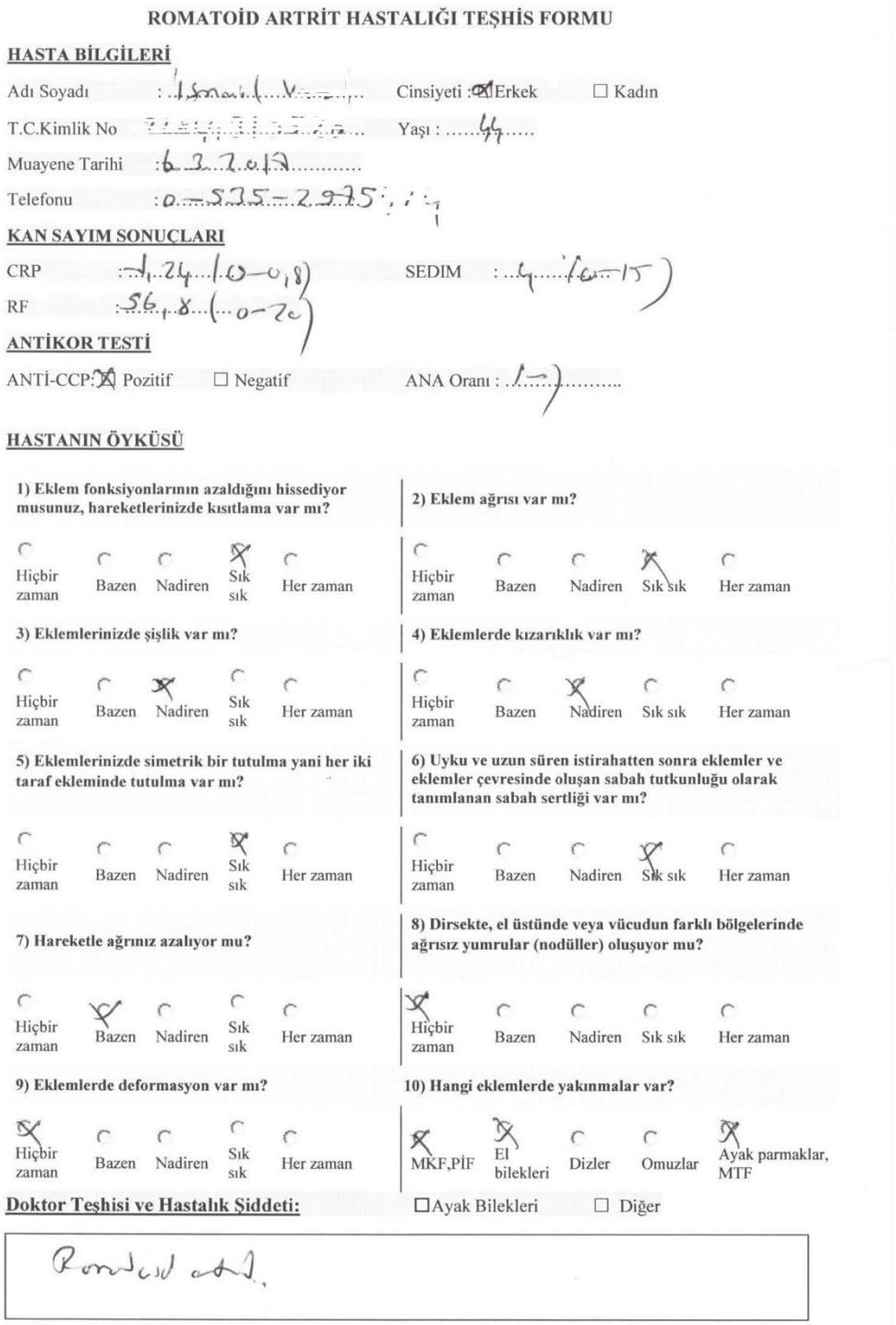


Şekil 5.27. Uygulama örneği 2 için BUS sonuç ekranı

Bulanık mantık sonucu 27.904, hastanın öykü sonucu %22.5 ve Anti-CCP negatif olarak bulunmuştur. Bulunan sonuçlar Şekil 5.4'te hastalık çıkarım tablosunda yerine konulduğunda, BUS hastanın RA hastası olmadığı teşhisini koymuştur.

5.7.3. Uygulama örneği 3

Bu örnekte gerçek bir hastanın sonuçları kullanılarak hastalık teşhisi yapılmıştır.



ROMATOİD ARTRİT HASTALIĞI TEŞHİS FORMU

HASTA BİLGİLERİ

Adı Soyadı : İsmail (...V...) Cinsiyeti : ☒ Erkek ☐ Kadın

T.C.Kimlik No [redacted] Yaşı : 44

Muayene Tarihi : 6.3.2017

Telefonu : 0-535-2.975 [illegible]

KAN SAYIM SONUÇLARI

CRP : 1,24 (0-0,8) SEDİM : 4 (0-15)

RF : 56,8 (0-20)

ANTİKOR TESTİ

ANTİ-CCP: ☒ Pozitif ☐ Negatif ANA Oranı : 1/...

HASTANIN ÖYKÜSÜ

	Hiçbir zaman	Bazen	Nadiren	Sık sık	Her zaman
1) Eklem fonksiyonlarının azaldığını hissediyor musunuz, hareketlerinizde kısıtlama var mı?	○	○	○	☒	○
2) Eklem ağrısı var mı?	○	○	○	☒	○
3) Eklemlerinizde şişlik var mı?	○	○	☒	○	○
4) Eklemlerde kızarıklık var mı?	○	○	☒	○	○
5) Eklemlerinizde simetrik bir tutulma yani her iki taraf ekleminde tutulma var mı?	○	○	○	☒	○
6) Uyku ve uzun süren istirahatten sonra eklemler ve eklemler çevresinde oluşan sabah tutkunluğu olarak tanımlanan sabah sertliği var mı?	○	○	○	☒	○
7) Hareketle ağrınız azalıyor mu?	○	☒	○	○	○
8) Dirsekte, el üstünde veya vücudun farklı bölgelerinde ağrısız yumrular (nodüller) oluşuyor mu?	☒	○	○	○	○
9) Eklemlerde deformasyon var mı?	☒	○	○	○	○

	MKF,PİF	El bilekleri	Dizler	Omuzlar	Ayak parmaklar, MTF
10) Hangi eklemlerde yakınmalar var?	☒	☒	○	○	☒

Doktor Teşhisi ve Hastalık Şiddeti: ☐ Ayak Bilekleri ☐ Diğer

Romatoid art.

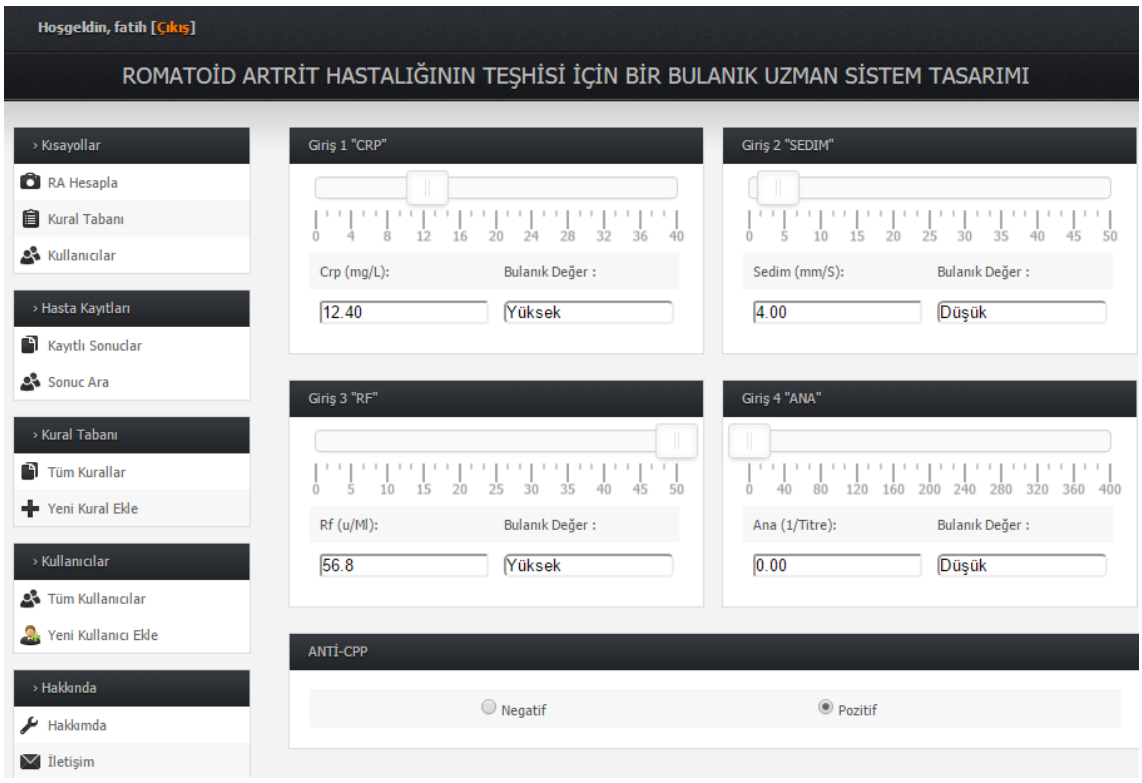
Şekil 5.28. Hasta verisi toplama formu

Uygulama örneği 3 için kullanılacak hasta kan sayım sonuçlarına Çizelge 5.9'da yer verilmiştir.

Çizelge 5.9. Uygulama örneği 3 için hasta kan sayım sonuçları

CRP **(mg/l)**	Sedim **(mm/s)**	RF**(u/ml)**	ANA **(1/titre)**	Anti-CCP **(n/p)**
12.40	4.00	56.80	0 (Negatif)	Pozitif

Tasarlanan web ara yüzüne hasta kan sayım sonuçlarının girildiği ekran Şekil 5.29'da gösterilmiştir.



Şekil 5.29. Uygulama örneği 3 için veri giriş ekranı

Tasarlanan sisteme yukarıdaki değerler girilmiş ve sistem tarafından hesaplanan bulanık mantık sonucu 83.277 olarak bulunmuştur.

CRP (mg/l) için 12.40 değeri girildiğinde yüksek bulanık kümesini kesmiştir.

Sedim (mm/s) için 4.00 değeri girildiğinde düşük bulanık kümesini kesmiştir.

RF (u/ml) için 56.80 değeri girildiğinde yüksek bulanık kümesini kesmiştir.

ANA (1/titre) için 0 (Negatif) değeri girildiğinde düşük bulanık kümesini kesmiştir.

Anti-CCP pozitif olarak girilmiştir.

Kesilen kümelerin kullanılmasıyla aşağıda gösterildiği gibi 1*1*1*1 = 1 kural koşturulmuştur. Bu kural 61. kuraldır.

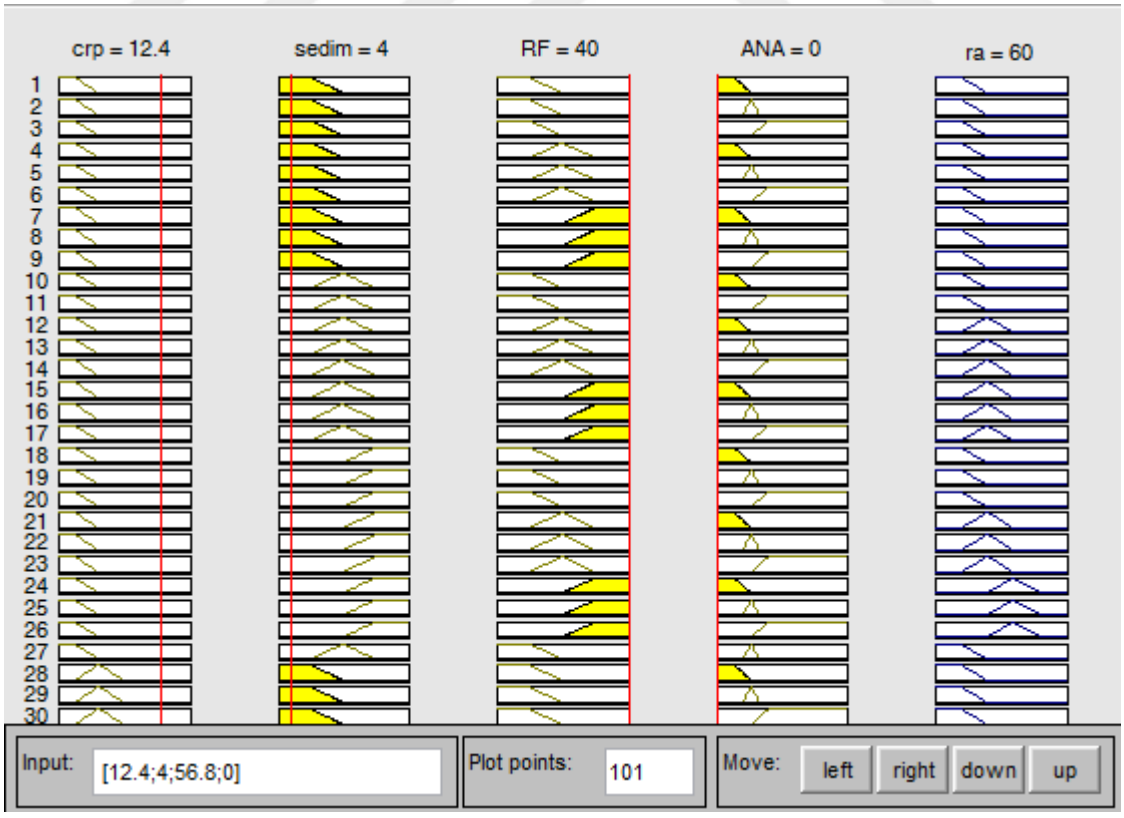
Koşturulan Kurallar

SIRA	CRP	SEDİM	RF	ANA	RA
61	yuksek - 1.0000	dusuk - 1.0000	yuksek - 1.0000	dusuk - 1.0000	ra_orta

Şekil 5.30. Uygulama örneği 3 için koşturulan kurallar ve üyelik dereceleri

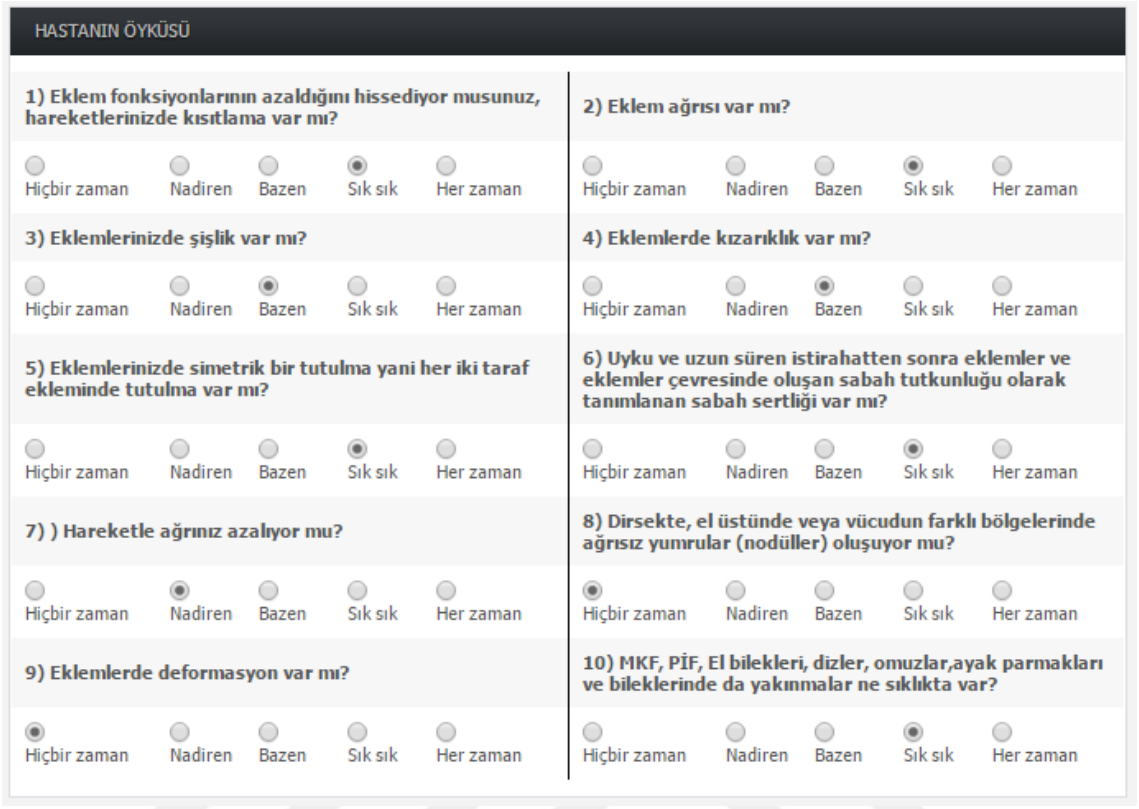
Girilen parametrelerin hangi bulanık kümeye ait oldukları belirlendikten sonra o bulanık kümeye ait üyelik dereceleri hesaplandı. Koşturulan her bir kuralın çıkışına ait üyelik fonksiyonunun üyelik derecesi VE bağlacı kullanıldığı için girişlerin minimumu alındı.

Koşturulan kurallar arasında minimumların maksimumu metodu kullanılarak hesaplama yapıldı. Durulaştırma metodu olarak ağırlık merkezi metodu kullanıldı.



Şekil 5.31. Uygulama örneği 3 için matlab sonuç ekranı

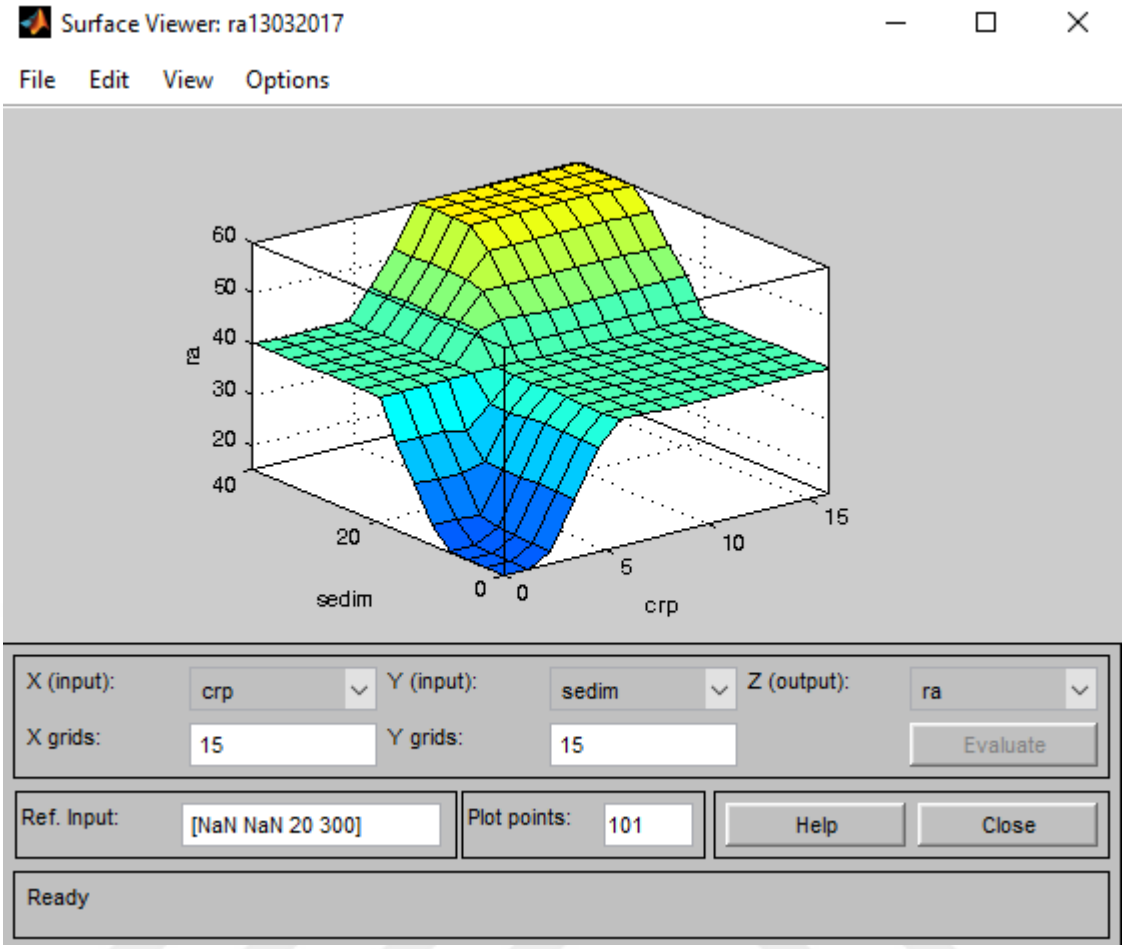
Hastanın öyküsü bölümünde, hasta sorulara aşağıdaki gibi cevap vererek öykü sonucu % 50 oranında belirlenmiştir.



Şekil 5.32. Uygulama örneği 3 için hasta öykü ekranı



Şekil 5.33. Uygulama örneği 3 için BUS sonuç ekranı



Şekil 5.34. Uygulama örneği 3 için hastalık şiddetinin matlab'da gösterilişi

Bulanık mantık sonucu 60, hastanın öykü sonucu %50 ve Anti-CCP pozitif olarak bulunmuştur. Bulunan sonuçlar çizelge 5.4'te hastalık çıkarım tablosunda yerine konulduğunda, BUS hastanın RA hastası olduğu teşhisini koymuştur.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

Bu çalışmada; romatoid artrit hastalığının teşhisini yapacak ve hekimlere tanı koyma sürecinde yardım edecek web tabanlı bir bulanık uzman sistem tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması yapıldığında, bu konuda yapılmış kapsamlı bir çalışmanın olmaması, yalnızca laboratuvar verilerinin hastalık teşhisinde yetersiz kalması, hastalık teşhisine insan hatalarının karışması, hastalığının erken tanısının uygulanacak tedavi yöntemi için oldukça belirleyici olması ve teşhis sırasında diğer romatizmal hastalıklarla karıştırılması gibi hastalığın teşhisi ve tedavisinde karşılaşılan zorluklar böyle bir tasarım yapma konusunda teşvik edici olmuştur. Bu amaçla oluşturulan sistem, hastanın laboratuvar sonuçları ve öyküsünden yola çıkıp tüm ihtimalleri göz önünde bulundurarak, hekimlerin hızlı ve doğru tanı koymalarına yardımcı olmaktadır.

Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Romatoloji Bilim dalındaki bir uzman doktor aracılığıyla hastalardan alınan veriler, tasarlanan web tabanlı bulanık uzman sisteme girilmiş ve yapılan analiz sonuçları Matlab ile karşılaştırılarak doğruluğu teyit edilmiştir. Sistemin verdiği sonuçlar ile uzman doktorun sonuçları karşılaştırıldığında sonuçların tutarlı olduğu görülmüş olup teşhis sonuçlarından bazılarına Çizelge 6.1'de yer verilmiştir.

Çizelge 6.1. BUS sonuçlarıyla uzman doktor sonuçlarının karşılaştırma tablosu

HASTA NO	GİRİŞLER						ÇIKIŞLAR			TEŞHİS	
	CRP	SEDIM	RF	ANA	ANTİ CCP	ÖYKÜ SONUCU	BUS	MATLAB	FARK	BUS	DOKTOR
1	12.4	4	56.8	Negatif	Pozitif	%47.5	60.00	60.00	0	**RA**	**RA**
2	10.8	25	19	Negatif	Negatif	%55	44.01	44.90	0.8	**RA**	**RA**
3	3.9	12	218	100	Pozitif	%50	35.39	35.40	0.01	**RA**	**RA**
4	2	15	10	Negatif	Negatif	%15	17.36	17.4	0.06	**RA değil**	**RA değil**
5	5.4	23	19	Negatif	Negatif	%50	41.06	40.50	0.56	**RA**	**RA**
6	2.5	9	19.5	Negatif	Negatif	%50	15.94	16.50	0.56	**RA**	**RA**
7	3.6	13	11.5	Negatif	Negatif	%12.5	21.5	21.52	0.02	**RA değil**	**RA değil**

8	23	19	19	Negatif	Negatif	%50	37.08	37.01	0.07	**RA**	**RA**
9	14	15	311	100	Negatif	%65	72.67	72.70	0.03	**RA**	**RA**
10	3.7	14	8	100	Negatif	%17.5	17.10	17.06	0.04	**RA değil**	**RA değil**
11	5	16	0	Negatif	Negatif	%10	16.92	16.90	0.02	**RA değil**	**RA değil**
12	21.7	29	67.2	Negatif	Pozitif	%42.5	84.32	84.30	0.02	**RA**	**RA**
13	12.2	34	21.8	Negatif	Negatif	%55	65.04	65.00	0.04	**RA**	**RA**
14	4.2	11.3	15	100	Negatif	%12.5	16.35	16.40	0.01	**RA değil**	**RA değil**
15	3.6	19	20.9	Negatif	Pozitif	%40	39.40	39.04	0.36	**RA**	**RA**

2010 yılında ACR ve European League Against Rheumatism (EULAR) tarafından belirlenen yeni RA sınıflandırma kriterlerine tezin 2.bölümünde çizelge 2.3'te değinilmiştir. Bu kriterlere göre, skora dayalı bu algoritmada bir hastanın RA tanısı alabilmesi için A-D kategorilerindeki toplam skorun 6'dan büyük olması gerekmektedir (Aletaha ve ark., 2010). Çizelge 6.1'de listelenen bazı hastaları 2010 ACR/EULAR romatoid artrit sınıflandırma kriterlerine göre değerlendirildiğinde BUS sonuçları ile uyumlu çıktığı Çizelge 6.2'de görülmektedir.

Çizelge 6.2. 2010 ACR/EULAR romatoid artrit sınıflandırma kriterlerine göre hasta sonuçları

	KRİTERLER											**TEŞHİS**		
	A			B			C	D						
HASTA NO	CRP	SEDIM (ESH)	**SKOR (CRP & ESH)**	RF (Pozitif / Negatif)	ANTİ-CCP (Pozitif / Negatif)	**SKOR (RF & ANTİ CCP)**	EKLEM TUTULUMU	**SKOR (Eklem tutulumu)**	SEMPTOM SÜRESİ (< 6 Hafta & > 6 Hafta)	**SKOR (Semptom süresi)**	**2010 ACR / EULAR**		BUS	DOKTOR
											TOPLAM SKOR	**SONUÇ**		
1	12.4	4	1	56.8 P	P	3	3 küçük eklem	2	>6	1	7	**RA**	**RA**	**RA**
2	14	15	1	311 P	N	3	8 küçük eklem	3	>6	1	8	**RA**	**RA**	**RA**
3	3.9	12	0	218 P	P	3	9 küçük eklem	3	>6	1	7	**RA**	**RA**	**RA**
4	2	15	0	10 N	N	0	6 büyük eklem	1	<6	0	1	**RA değil**	**RA değil**	**RA değil**
5	21.7	29	1	67.2 P	N	3	9 büyük eklem	1	>6	1	6	**RA**	**RA**	**RA**
6	3.6	13	0	11.5 N	N	0	1 büyük eklem	0	<6	0	0	**RA değil**	**RA değil**	**RA değil**

Tasarlanan bu sistem; uzman personele bağımlılığı azaltacak, hastalığın tedavi süreci erken tanıdan dolayı hızlanacak, bu hastalık için gelecek yıllarda oluşturulacak tıbbi uzman sistemlere temel teşkil edecek ve tıbbi alanda eğitim gören öğrencilerin eğitiminde kullanılabilecektir.

Tasarlanan web tabanlı bulanık uzman sistem; PHP programlama dilinde kodlanmış, kullanışlı, sade, basit, esnek ve tıbbi gelişmeler doğrultusunda gerektiğinde kuralların hızlı bir şekilde güncellenebileceği yapıda bir web sitesi olarak yayınlanmıştır. Tasarlanan sistemin web tabanlı olması; hastaların bilgilendirilmesi, hasta-doktor arasındaki iletişim bozukluğunun en düşük seviyeye indirgenmesi, uzaktan erişim sebebiyle zamandan, mekândan ve emekten tasarruf sağlama yönünden birçok avantaj sağlamıştır.

6.2 Öneriler

Bu çalışma, romatizmal hastalıklarından biri olan romatoid artrit hastalığının teşhisi için yapılmıştır. Diğer romatizmal hastalıklar için de bu tür sistemler tasarlanabilir. Bu şekilde sistem daha bütüncül hale getirilerek tüm romatizmal hastalıkların teşhisi ve sınıflandırılması için hekimlere yardım ve destek sağlayabilir.

Ayrıca, bulanık uzman sistemler yanında görüntü işleme teknikleri de kullanılarak hibrid bir sistem oluşturulabilir. Bu sayede hastaların radyolojik görüntüleri de sisteme dâhil edilerek daha kesin sonuçlara varılabilir.

KAYNAKLAR

Akcan, T., 2011, Periodontal Diş Hastalığının Tespit ve Tedavisinde Bir Bulanık Uzman Sistem Tasarımı, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.

Aletaha, D., Neogi, T., Silman, A. J. ve Funovits, J., 2010, An American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism Collaborative Initiative, *American College of Rheumatology*, 62 (9), 2569-2581.

Allahverdi, N., Ünüvar, A. ve Yaldız, S., 1995, Endüstride Uzman Sistem Uygulamaları, *2.Endüstriyel Otomasyon'95 Sempozyum / İstanbul*, 75-86.

Allahverdi, N., 2002a, Expert Systems. An Artificial IntelligenceApplication (Uzman Sistemler. Bir Yapay Zeka Uygulamasi - Türkçe), *İSTANBUL*, Atlas Yayinevi, p. 248.

Allahverdi, N., 2002b, Uzman Sistemler (Bir yapay zeka uygulaması), *Ankara*, Atlas Yayın Dağıtım, p. 248.

Allahverdi, N., Tunali, A. ve Kahramanli, H., 2011, A Takagi-Sugeno type neuro-fuzzy network for determining child anemia, *Expert Syst. Appl.*, 38 (6), 7415-7418.

Altan, G., 2011, Kalp Ameliyatı Esnasında Hastanın Sağlık Durumunun Belirlenmesi İçin Bir Bulanık Sistem Tasarımı, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.

Babalık, A. ve Güler, İ., 2007, Boğaz Enfeksiyonlarının Teşhis ve Tedavisinde Uzman Sistem Kullanımı, *Selçuk Üniversitesi Teknik BİIimler Meslek Yüksek Okulu Teknik-Online Dergi*, 6.

Bates, J. H. T. ve Young, M. P., 2003, Applying Fuzzy Logic to Medical Decision Making in the Intensive Care Unit, Critical Care Perspective, 167, 948-952.

Baykal, N. ve Beyan, T., 2004, Bulanık mantık uzman sistemler ve denetleyiciler, *ANKARA*, Bıçaklar Kitabevi, p. 509.

Bozkaya, G., 2017, CRP (C-reaktif protein) testi nedir?, http://www.hayatisaglik.com/laboratuvar/crp-c-reaktif-protein-testi-nedir.html: [04.04.2017].

Cutolo, M. ve Lahita, R. G., 2005, Estrogens and Arthritis, *Rheumatic Disease Clinics*, 31 (1), 19-27.

Dağlı, M., Sivrikaya, A. ve Yılmaz, S., 2013, Serum Prohepcidin and Hepcidin Levels in Patients with Rheumatoid Arthritis: A Prospective Study, *Türkiye Klinikleri*, 33 (4), 946-951.

Demir, F., Gençoğlu, M. ve Güler, K., 2004, Çelik Tel Takviyeli Betonların Gerilme-Şekil Değiştirme Davranışı için Bir Bulanık Mantık Yaklaşımı, *Türkiye İnşaat Mühendisliği 17. Teknik Kongre ve Sergisi,İSTANBUL*.

Deperlioğlu, Ö. ve Polat, K., 2014, Biyomedikal Mühendisliğinin Temelleri 18, *Ankara*, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic.Ltd.Şti., p.

Direk, M. D. S., 2011, Karar Destek Sistemleri ve Uzman Sistemler, http://www.muhasebedergisi.com/kose-yazilari/sami-direk/karar-destek-sistemleri-ve-uzman-sistemler.html: [04.10.2015].

elektrik.gen.tr, Uzman Sistemler - Genel Bakış, http://www.elektrik.gen.tr/2015/08/uzman-sistemler-genel-bakis/414: [20.02.2017].

Elmas, Ç., 2003a, Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Uygulama), *ANKARA*, Seçkin Yayıncılık, p. 192.

Elmas, Ç., 2003b, Bulanık Mantık Denetleyiciler *İstanbul*, Seçkin Yayıncılık, p. 230.

Frank, A., Steven, E. ve Block, D., 1988, The American Rheumatism Association 1987 Revised Criteria for the classification of rheumatoid arthritis, *Arthritis and Rheumatism - USA*, 3 (31), 315-324.

Hamuryudan, V., 2003, Romatolojik Hastalıklar Sempozyum Dizisi, *İstanbul Üniverestiesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri*, 34, 19-29.

Harunlar, T., 2009, Romatoid artritli hastalarda anti TNF ve DMARD tedavi sonuçlarının hastalık aktivite ve iyileşme kriterlerine göre karşılaştırılması, *Gaziantep Üniversitesi*, Gaziantep.

Hekim, H. H., 2010, Romatoid Artrit Hastalarında Sağlık İle İlgili Yaşam Kalitesini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi,* Isparta.

İncekara, H., 2010, Tıbbi Tahlil Sonuçlarının Analizinde Web Ara Yüzlü Bulanık Uzman Sistem Tasarımı, *Selçuk Üniversitesi,* Konya.

Irak, A., 2010, Romatoid Artrit Hastalarında Anti-Ccp, Mcp-1 Ve Anti-Mcv Düzeylerinin Ankilozan Spondilit Ve Normal Populasyonla Karşılaştırılması, *CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ* Manisa.

Kalçık, M., 2008, Romatoid Artritli Hastalarda Tarsal Tünel Sendromunun Sıklığının Belirlenmesi, *Fırat Üniversitesi*, Elazığ.

Karaca, A., 2011, Romatoid Artritli Hastalarda Farklı Tedavi Modalitelerinin Yaşam Kalitesi Üzerine Olan Etkisinin Değerlendirilmesi Assesment Of Effects Of Dıfferent Treatment Modalıtıes On Qualıty Of Lıfe In Patıents Wıth Rheumatoıd Arthrıtıs *Karadeniz Teknik Üniversitesi*, Trabzon.

Kaya, A., 2007, Romatoid Artrit‟ li Hastalarda Anjiotensin II Reseptör Blokerlerinin Preklinik Ateroskleroz Üzerine Etkileri, Dr. Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi - İSTANBUL.

Keleş, A. ve Keleş, A., 2007, Yapay Zekâ Metotları ile Hastalık Teşhisi ve Örnek Bir Uygulama, *Sağlıkta Yeni Teknolojiler ve Mobilite*, Antalya.

Kınıklı, G., 2011, Romatoid artrit, http://ichastaliklariromatoloji.medicine.ankara.edu.tr/files/2014/02/Romatoid-Artrit.pdf: [14.04.206].

Koç, E., Atılgan, Y. ve Özkaya, Ş. A. U., 2012, Klinik Karar Destek Sistemlerinin Sağlık Hizmetleri Verimliliğine Etkileri, *6.Sağlık ve Hastane İdaresi Kongresi*.

Koutsojannis, C. ve Hatzilygeroudis, I., 2004, A Fuzzy Expert System for Diagnosis and Treatment of Male Impotence, Springer-Verlag, 1106-1113.

Kurt, E., 2010, Romatoid Artrit' Li Hastalarda Beden İmajı Ve Benlik Saygısı, *Haliç Üniversitesi*, İstanbul.

MATLAB, 2017, Matworks, https://www.mathworks.com/products/matlab.html: [04.06.2017].

Mikail, R., 2007, Tuzlu Toprakların Islahı için Bir Bulanık Uzman Sistem Tasarımı, *Selçuk Üniversirtesi,* Konya, 85.

Norouzi, J., Yadollahpour, A., Mirbagheri, S. A., Mazdeh, M. M. ve Hosseini, S. A., 2016, Predicting Renal Failure Progression in Chronic Kidney Disease Using Integrated Intelligent Fuzzy Expert System, *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2016, 9.

Ödük, M. N., 2010, Bulanık Kontrol Yöntemiyle Sera Otomasyonu, *Selçuk Üniversitesi,* Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Anabilim Dalı.

Özata, M. ve Aslan, Ş., 2004, Klinik Karar Destek Sistemleri ve Örnek Uygulamalar, *Kocatepe Tıp Dergisi,* 5 (2), 11-17.

Özgönönel, L., Suyabatmaz, Ö., Nil Çağlar, E. A., Tolga, Ş. ve Günaydın, Ş., 2008, Romatoid Artritli Hastalarda Laboratuvar Bulguları, Ağrı Düzeyleri, Hastalık Aktivite Indeksleri ve Yaşam Kalitesi Arasındaki Ilişki, *İstanbul Tıp Dergisi,* 1, 9-11.

Patel, A., Choubey, J., Gupta, S. K., Verma, M. K., Prasad, R. ve Rahman, Q., 2012, Decision Support System for the Diagnosis of Asthma Severity Using Fuzzy Logic *Proceedings of the International MultiConference of Engineers, Hong Hong*, 1, 49.

PHP, 2017, www.php.net: [06.03.2017].

Raw, S. N., Thakur, S. ve Mishra, P., 2016, Detection of type of thalassemia disease in patients: A fuzzy logic approach, *International Journal of Applied Pharmaceutical Sciences and Research 2016*, 1(2), 88-95.

Raymond, B. ve Dold, C., 2002, Clinical information systems:Achievıng the vision, *Kaiser Parnanente İnstitute for HEALTH POLICY*.

Riedemann, P., Munoz, S. ve Kavanaugh, A., 2005, The use of second generation anti-CCP antibody (anti-CCP2) testing in rheumatoid arthritis - A systematic review, *Clin Exp Rheumato*, 23 (39), 69-76.

Saritas, I., Allahverdi, N. ve Sert, I. U., 2003, A fuzzy expert system design for diagnosis of prostate cancer. Proceedings of the 4th international conference conference on Computer systems and technologies: e-Learning. Rousse, Bulgaria, ACM**:** 345-351.

Sarıtas, İ., 2003, Medikal Alanda Bulanık Kontrol, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.

Sarıtas, İ., Alahverdi, N., Özkan, İ. A. ve Argindogan, M., 2009, Determination of the Drug Dose by Fuzzy Expert System in Treatment of Chronic Intestine, *J Intell Manuf*, 169–176.

Shortliffe, E. H., 1987, COmputer programs to support clinical decision making, *JAMA*, 258 (1), 61-66.

Simon, L. S., 2004, The treatment of rheumatoid arthritis, *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 18(4), 507-538.

Şen, N., 2012, Ankilozan Spondilit Ve Romatoid Artrit Hastalarında Anti-Mcv Antikor Seviyeleri, *Akdeniz Üniversitesi*, Antalya.

Şenel, S., 2009, Romatoid Artritli Hastalarda Anti-TNF Tedavinin Kardiyak Fonksiyonlar Üzerine Etkisinin Doku Doppler ve QT Dispersiyonu Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, *Pamukkale Üniversitesi*, Denizli.

Tekin, M., 1996, Üretim Yönetimi, *Konya*, Arı Ofset, p. 1,16.

Thakur, S., Raw, S. N., Mishra, P. ve Sharma, R., 2016, Detection of type of thalassemia disease in patients: A fuzzy logic approach, *International Journal of Applied Pharmaceutical Sciences and Research*, 1(2), 88-95.

Thomas, T., Noël, E., Goupille, P. ve Combe, B., 2006, The rheumatoid shoulder: current consensus on diagnosis and treatment, *Joint Bone Spine*, 73 (2), 139-143.

Torun, S., 2007, Koroner Kalp Hastalığı Riski Tanısı ve Tedavisi için Hiyerarşik Bir Bulanık Uzman Sistem Tasarımı, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.

Tosin, A. M. ve Yinka, A., 2013, Clinical Decision Support System for Diagnosis of Pneumonia in Children, *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 3 (8), 40-43.

Turgay, M., 2011, Romatolojik Hastalıkların Tanısında Kullanılan Laboratuvar Testleri, http://ichastaliklariromatoloji.medicine.ankara.edu.tr/files/2014/02/Romatolojik-Hastal%C4%B1klar%C4%B1n-Tan%C4%B1s%C4%B1nda-Kullan%C4%B1lan-Laboratuvar-Testleri.pdf: [14.04.2016].

Türkçapar, N., 2015, Romatizmal Hastalıklar ve Merak Ettikleriniz, http://www.romatizmahastaliklari.com/tr/icerik/5/romatoid-artrit: [05.06.2017].

Türkçapar, N., 2016, Anti-Nükleer Antikorlar (ANA), http://www.romatizmahastaliklari.com/tr/icerik/56/anti-nukleer-antikorlar-ana: [05.04.2017].

Üstkan, S., 2007, Uzman Sistemler, http://www.suatustkan.com/UserFiles/makalelerim/yapay_zeka.pdf: [04.10.2015].

Varol, Ö. İ., 2013, Romatoid Artrit, Skleroderma Ve Ankilozan Spondilitli Hastalarda D Vitamin Düzeyinin Hastalık Aktivasyonu İle İlişkisi, *Çukurova Üniversitesi*, Adana.

Walia, N., Singh, H., Tiwari, S. K. ve Sharma, A., 2015, A decision support system for tuberculosis diagnosability, *International Journal on Soft Computing*, 6 (3).

Winfield, J., Young, A., Williams, P. ve Corbett, M., 1983, Prospective study of the radiological changes in hands, and cervical spine in adult rheumatoid disease, *Annals of the Rheumatic Diseases*, 42, 613-618.

www.nedir.com, 2017, Anti ccp nedir?, http://www.nedir.com/anti-ccp#ixzz4VaHo7Kkl: [01.02.2017].

Yalçın, A. P., 2006, Romatoid Artritin Klinik Özellileri, *Ankara*, Güneş Kitabevi, p.

Yaralıoğlu, K., 2016, Bulanık mantık, İzmir, www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/dosyalar/bul_man.doc: [07.04.2016].

Yıldız, Ş., 2010, Hazır Giyim Sektöründe Bulanık Uzman Sistem Yaklaşımı İle Beden Numarası Belirleme, *Gazi Üniversitesi*.

Yılmaz, A., 2012, Demir eksikliği anemisi teşhisi için bir bulanık uzman sistem tasarımı, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.

Yılmaz, H., 2013, Romatoid Artrit Hastalığının Tedavisinde Kullanılan Bazı İlaçların Ters Faz Sıvı Kromatografi Yöntemiyle İyonlaşma Sabitlerinin Tayini, *Süleyman Demirel Üniversitesi*, Isparta.

Yılmaz, S., 2014, Ana testi nedir? Nasıl yorumlanmalıdır?, http://www.romatizmatv.com/ana-testi-nedir-nasil-yorumlanmalidir/: [08.03.2017].

Yücebaş, S. C., 2006, Bayes Ağı Tabanlı Tıbbi Teşhis Destek Sistemi, *Başkent Üniversitesi*, Ankara.

Zadeh, L. A., 1965, Fuzzy sets, *Information and Control*, 8 (3), 338-353.

EKLER

EK-1: RA Hastalığı Teşhisinde Kullanılacak Hasta Verisi Toplama Formu

HASTA BİLGİLERİ

Adı Soyadı : …… Cinsiyeti : ☐Erkek ☐ Kadın
T.C.Kimlik No : …… Yaşı : ……
Muayene Tarihi : ……
Telefonu : ……

KAN SAYIM SONUÇLARI

CRP : …… SEDIM : ……
RF : ……

ANTİKOR TESTİ

ANTİ-CCP: ☐ Pozitif ☐ Negatif ANA Oranı : ……..

HASTANIN ÖYKÜSÜ

1) Eklem fonksiyonlarının azaldığını hissediyor musunuz, hareketlerinizde kısıtlama var mı?	**2) Eklem ağrısı var mı?**
○ Hiçbir zaman ○ Bazen ○ Nadiren ○ Sık sık ○ Her zaman	○ Hiçbir zaman ○ Bazen ○ Nadiren ○ Sık sık ○ Her zaman
3) Eklemlerinizde şişlik var mı?	**4) Eklemlerde kızarıklık var mı?**
○ Hiçbir zaman ○ Bazen ○ Nadiren ○ Sık sık ○ Her zaman	○ Hiçbir zaman ○ Bazen ○ Nadiren ○ Sık sık ○ Her zaman
5) Eklemlerinizde simetrik bir tutulma yani her iki taraf ekleminde tutulma var mı?	**6) Uyku ve uzun süren istirahatten sonra eklemler ve eklemler çevresinde oluşan sabah tutkunluğu olarak tanımlanan sabah sertliği var mı?**
○ Hiçbir zaman ○ Bazen ○ Nadiren ○ Sık sık ○ Her zaman	○ Hiçbir zaman ○ Bazen ○ Nadiren ○ Sık sık ○ Her zaman
7) Hareketle ağrınız azalıyor mu?	**8) Dirsekte, el üstünde veya vücudun farklı bölgelerinde ağrısız yumrular (nodüller) oluşuyor mu?**
○ Hiçbir zaman ○ Bazen ○ Nadiren ○ Sık sık ○ Her zaman	○ Hiçbir zaman ○ Bazen ○ Nadiren ○ Sık sık ○ Her zaman
9) Eklemlerde deformasyon var mı?	**10) MKF, PİF, El bilekleri, dizler, omuzlar,ayak parmakları ve bileklerinde da yakınmalar ne sıklıkta var?**
○ Hiçbir zaman ○ Bazen ○ Nadiren ○ Sık sık ○ Her zaman	○ Hiçbir zaman ○ Bazen ○ Nadiren ○ Sık sık ○ Her zaman

Doktor Teşhisi ve Hastalık Şiddeti:

EK-2: Turnitin Tez Orjinallik Raporu

Turnitin Orijinallik Raporu

ROMATOİD ARTRİT HASTALIĞININ TEŞHİSİ İÇİN BİR BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI Fatih Tarakci tarafından

ROMATOİD ARTRİT HASTALIĞININ TEŞHİSİ İÇİN BİR BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI (Tez (Fatih TARAKCI)) den

Benzerlik Endeksi	Kaynağa göre Benzerlik	
%20	Internet Sources:	%19
	Yayınlar:	%3
	Öğrenci Ödevleri:	N/A

kaynaklar:

12-Haz-2017 15:21 EEST' de işleme kondu
NUMARA: 824301638
Kelime Sayısı: 15843

1 6% match (29-May-2016 tarihli internet)
http://acikerisim.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1144/315909.pdf;sequence=1

2 1% match (14-Haz-2016 tarihli internet)
http://www.romatizmatv.com/ana-testi-nedir-nasil-yorumlanmalidir/

3 1% match (13-Haz-2016 tarihli internet)
http://www.romatizmahastaliklari.com/tr/icerik/56/anti-nukleer-antikorlar-ana

4 1% match (16-Oca-2014 tarihli internet)
http://www.suatustkan.com/userfiles/Makalelerim/yapay_zeka.pdf

5 1% match (20-May-2015 tarihli internet)
http://newwsa.com/download/gecici_makale_dosyalari/NWSA-4245-2-1.pdf

6 1% match (03-Tem-2015 tarihli internet)
http://www.dicle.edu.tr/Contents/7fdfff14-2834-4489-b059-ff61bd4b1dee.pdf

7 1% match (16-Oca-2014 tarihli internet)
http://elektroteknoloji.com/Elektrik_Elektronik/Teknik_Yazilar/Uzman_Sistemler_-_Konusunda_Yeterli_Bir_uzman_Gibi_Sorun_Cozen_Bilgisayar_Sistemleri.html

8 1% match (03-Kas-2015 tarihli internet)
http://www.researchgate.net/publication/237687804_BOAZ_ENFEKSYONLARININ_TEHS_VE_TEDAVSNDE_UZMAN_SSTEM_KULLANIMI

9 1% match (12-Haz-2017 tarihli internet)
http://www.nedir.com/anti-ccp

10 < 1% match (08-Eyl-2009 tarihli internet)
http://www.istanbulsaglik.gov.tr/w/tez/pdf/biyokimya/dr_derya_gultekin.pdf

11 < 1% match (10-Şub-2016 tarihli internet)
http://sosyoteknik.selcuk.edu.tr/sustad/article/download/7/5

12 < 1% match (13-Nis-2016 tarihli internet)
http://www.istanbulmedicaljournal.org/sayilar/26/buyuk/9-11.pdf

13 < 1% match (yayınlar)
YURTCU, Şaban, UYGUNOĞLU, Tayfun and İÇAĞA, Yılmaz, "Yeraltı suyu akımı ile diğer meteorolojik değişkenler arasındaki ilişkinin bulanık mantıkla modellenmesi", Pamukkale Üniversitesi, 2006.

14 < 1% match (01-Kas-2016 tarihli internet)
http://www.genelbilge.com/ilac-endustrisinde-zeki-imalat-planlama.html/

< 1% match (10-Kas-2015 tarihli internet)

15

http://www.researchgate.net/publication/266221117_Seyitmer_Uucu_Klnn_Betonun_Basn_Dayanmna_Etkisi_zerine_Bulank_Mantk_Yaklam

16 < 1% match (22-Şub-2011 tarihli internet)
http://istanbulsaglik.gov.tr/w/tez/pdf/biyokimya/dr_derya_gultekin.pdf

< 1% match (04-May-2016 tarihli internet)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Fatih TARAKCI
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Konya – 1985
Telefon	**:**	0 505 392 83 82
e-mail	**:**	fatihtarakcii@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Konya - Selçuklu Anadolu İmam Hatip Lisesi	2003
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Kadınhanı M.Y.O Bilgisayar Programcılığı	2006
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Bilgisayar Sistemleri Öğretmenliği	2010

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2007 - 2009	Selçuk Ünv.Sağlık Bil.Ens.	Veri Hazırlama Kontrol İşletmeni
2010 -	T.C.Milli Eğitim Bakanlığı	Bilişim Tekn.Öğr.

UZMANLIK ALANI

Donanım, Yazılım, Network, Web Programlama, Veri Tabanı Yönetimi

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Tarakcı F., Özkan İ.A. ve Yılmaz S. “Web Based Fuzzy Expert System Design for Detection of Rheumatoid Arthritis Disease Severity” *ICAT’17 5th International Conference on Advanced Technology & Sciences*, pp.819-823, May 9-12, 2017, Istanbul, Turkey.